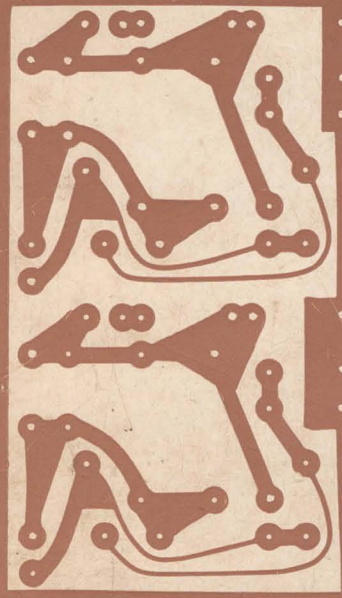


BAUBUCH

TOPP

Buchreihe Elektronik 52/53

Gerhard O. W. Fischer

Moderne

Fernsteuertechnik

in gedruckter Schaltungsbauweise

-Reihe »Elektronik« 52/53

Gerhard O. W. Fischer

Moderne Fernsteuertechnik

in gedruckter Schaltungsbauweise

Verlag Frech Stuttgart-Botnang

© 1970
Verlag und Druckerei M. Frech Stuttgart-Botnang
Druck: Frech Stuttgart-Botnang

Seite

Vorwort 6
Die gedruckte Schaltung — Arbeitsanleitung 8
Verwendung der richtigen Bauteile 13
Aufbauhinweise für die Schaltungen 1—20 19
Schaltung 1: Fernsteuersender FSE 4 20
Schaltung 2: Tongenerator TGO 1 25
Schaltung 3: Tongenerator TGO 4 28
Schaltung 4: Tongenerator TGO 8 33
Schaltung 5: Fernsteuersuper FSU 4 39
Schaltung 6: Schaltstufe SST 1 47
Schaltung 7: Schaltstufe SST 2 49
Schaltung 8: Schaltstufe SST 3 56
Schaltung 9: Schaltstufe SST 4 60
Schaltung 10: Brückenschaltstufe BST 2 64
Schaltung 11: Flip-Flop-Schalter FFS 1 67
Schaltung 12: Blinklichtgeber BLG 2 75
Schaltung 13: Blinklichtgeber BLG 3 77
Schaltung 14: Elektronische Sirene ESI 1 81
Schaltung 15: 3,5-Watt-NF-Verstärker NFV 3 86
Schaltung 16: NF-Vorverstärker NVV 2 92
Schaltung 17: Ringzähler mit Verstärker RZV 3 .. 96
Schaltung 18: Multivibrator MVT 1 101
Schaltung 19: Schmitt-Trigger STG 1 104
Schaltung 20: RC-Generator RCG 1 107

Anhang: Alle Druckvorlagen im Maßstab 1:1 109

Vorwort

Als Verfasser mehrerer Bücher und Bauanleitungen kenne ich die Tücken und Schwierigkeiten sehr genau, die beim Nachbau von elektronischen Geräten auftreten können. Schon bei den Bauteilen fängt es an. Oft sind die Einzelteile nicht oder nur sehr schwer zu beschaffen, die der Autor verwendet und in den Stücklisten angegeben hat. Viele Leser wissen dann nicht recht, welche Bauteile durch andere ersetzt, bzw. ausgetauscht werden können. Bei der Verdrahtung der Geräte treten erneut Schwierigkeiten auf. Hat man erst einmal ein kleines Gerätchen aufgebaut, bei dem es nicht so sehr auf den sauberen Aufbau ankommt und das Gerät arbeitet auch noch einwandfrei, dann sind die ersten Hemmungen überwunden und die Begeisterung steigt. Es dauert dann nicht lange und das nächste, jetzt schon wesentlich kompliziertere Gerät wird in Angriff genommen. Da das erste Gerät in der sogenannten „Drahtverhaubauweise" zusammengebaut wurde und es ja funktionierte, wird das neue Gerät ebenfalls so aufgebaut. Handelt es sich jetzt z. B. um einen Fernsteuersender, oder gar um einen Empfänger, so geht die Sache schief, das Gerät wird nicht funktionieren, oder Störungen aufweisen. Der Leser weiß jetzt in den mei-

sten Fällen nicht, warum sein Sender oder Empfänger nicht funktioniert, er geht den Weg des geringsten Widerstandes und gibt einfach dem Autor die Schuld. Briefe gehen hin und her, beide Seiten vertrödeln sehr viel Zeit und der Erfolg bleibt meist aus, da der Verfasser aus der Entfernung unmöglich abschätzen kann, was an dem Aufbau falsch gemacht wurde.

Einen Weg zu finden, wie alle diese Übel, es wurden lange nicht alle erwähnt, zu beseitigen sind, war bisher nicht möglich. Erst die gedruckte Schaltung ermöglicht es, daß Geräte tatsächlich so nachgebaut werden können, wie sie beim Verfasser als Prototypen aufgebaut wurden.

Da die Verdrahtung entfällt, können auch keine Fehler gemacht werden. Ein Gerät, das in gedruckter Schaltungstechnik aufgebaut wurde, sieht industriemäßig aus und ist auch in kürzerer Zeit fertigzustellen, als ein Gerät, das in herkömmlicher Bauweise aufgebaut wurde. Sicherlich wird sich die gedruckte Schaltungsbauweise bald bei den Amateur-Elektronikern durchsetzen, wenn sie erst selbst die vielen Vorteile erkannt haben.

In diesem Baubuch sollen 20 Schaltungen aus der Fernsteuer-Elektronik in gedruckter Schaltungsbauweise dem Leser vorgestellt werden. Jede Schaltung besteht aus einem Schaltbild, einem Bestückungsplan, einem oder mehreren Fotos, der Stückliste, dem Text und der Vorlage der Druckplatte im Maßstab 1 : 1.

Nach diesen Bauanleitungen können Baueinheiten erstellt werden, die miteinander kombiniert, fertige Fernsteueranlagen ergeben, wobei es dem Leser freigestellt bleibt, welche Baueinheiten er miteinander kombinieren will. Er ist also in der Lage, Anlagen zusammenzustellen, die ganz auf seinen persönlichen Geschmack oder seinen speziellen Verwendungszweck abgestimmt sind.

Um die Möglichkeit der Zusammenbauhinweise verständlich zu machen, soll hier ein Beispiel angedeutet werden.

Nehmen wir an, wir möchten eine 4-Kanal-Fernsteueranlage aufbauen. Dazu benötigen wir den Fernsteuersender FSE 4 (Schaltung 1) und den Tongenerator TGO 4 (Schaltung 3) für den Sender und den Fernsteuersuper FSU 4 (Schaltung 5) mit zwei Schaltstufen SST 2 (Schaltung 7) für den Empfänger. Zwei Schaltstufen deshalb, weil eine Schaltstufe SST 2 für 2 Kanäle ausgeführt ist. In Kurzform ausgedrückt heißt das: FSE 4 + TGO 4 = Fernsteuersender für 4 Kanäle und FSU 4 + 2 x SST 2 = Fernsteuerempfänger für 4 Kanäle.

Für einen 8-Kanal-Fernsteuersender könnte man zum Grundbaustein FSE 4 dann entweder 2 x den Tongenerator TGO 4 oder 1 x den Tongenerator TGO 8 verwenden.

Die gedruckte Schaltung — Arbeitsanleitung

Zu jeder in diesem Buch beschriebenen Schaltung gehört eine Druckvorlage im Maßstab 1 : 1. Alle diese 20 Vorlagen sind auf 6 Blättern im Anhang zusammengefaßt. Diese Blätter haben eine Größe von 175 x 125 mm. Auf Blatt 1 finden wir z. B. die Druckvorlage für den Tongenerator TGO 8 und die Schaltstufe SST 4, auf Blatt 2 wurden der RC-Generator RCG 1, der Blinklichtgeber BLG 2, die Schaltstufe SST 2, der Blinklichtgeber BLG 3, der Schmitt-Trigger STG 1 und die Schaltstufe SST 1 untergebracht. Um von diesen Vorlagen gedruckte Schaltungen herstellen zu können sind zwei Wege möglich. Der erste wäre der, von der Druckvorlage eine Tuschezeichnung auf Transparentpapier anzufertigen. Man legt einfach das Transparentpapier auf die Vorlage und zeichnet die Leiterbahnen mit Tusche nach. Dabei ist sehr darauf zu achten, daß die Tusche gut deckt und gleichmäßig aufgetragen wird. Hält man die fertige Zeichnung gegen das Licht, dürfen keine hellen Stellen in den Tuschelinien zu sehen sein, da sonst an diesen Stellen die Leiterbahnen unterbrochen werden. Will man sich diese Arbeit ersparen und gleich von vornherein sicher gehen, verwendet man ein Filmdiapositiv. Für alle in diesem Buch beschriebenen Schaltungen können solche Filmdiapositive von der Firma H. Nafzger, 23 Kiel, Schevenbrücke 7, fertig bezogen werden. Entweder sucht man sich die bestimmten Schaltungen heraus und bestellt Blatt 1, 2, 3 oder 4 einzeln, oder es wird gleich der ganze Satz von 6 Blättern bestellt, was billiger kommt. Einzelne Schaltungen sind nicht lieferbar, nur immer ein Blatt, auf dem je nach Größe 2 oder mehr Schaltungen untergebracht sind. Bei Verwendung von solchen Filmdiapositiven hat man die Gewähr dafür, daß die Druckplatten einwandfrei ausfallen.

Nachfolgend wollen wir uns jetzt mit den Arbeitsgängen befassen, wie wir eine einwandfreie gedruckte Schaltung herstellen können.

Wir haben es hier mit dem sogenannten Foto-Positiv-Verfahren zu tun, das besonders dem Amateur bedeutende Vorteile bietet. Als Grundmaterial sind foto-positiv-beschichtete kupferkaschierte Platten erforderlich. Solche Platten liefert der Fachhandel; Bezugsquellen durch die Firma Heinz Bungard, 509 Leverkusen 1, Manforterstraße 231. Die Abmessungen der Platten entsprechen dem Maß unserer Druckvorlagenblätter Nr. 1 bis Nr. 6. Will man z. B. alle Schaltungen anfertigen, die auf einem dieser Blätter abgedruckt sind, so braucht man bloß das Diapositiv auf eine foto-positiv-beschichtete Platte zu legen und diese zu belichten. Soll nur eine Schaltung angefertigt werden, schneidet man vor-

sichtig mit der Laubsäge ein passendes Stück von der Platte ab. Dabei muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Arbeitsraum dunkel ist und kein Tageslicht direkt einfallen kann. Eine elektrische Beleuchtung des Raumes mit einer Glühbirne von 25 Watt ist zulässig. Ferner ist beim Sägen darauf zu achten, daß auf der beschichteten Seite der Platte keinerlei Kratzer gemacht werden, da sonst an diesen Stellen die Leiterbahnen unterbrochen werden.

Die Druckvorlage, sei es die auf Transparentpapier mit Tusche gezeichnete Druckschaltung oder ein Filmdiapositiv, wird so auf die kupferkaschierte Platte gelegt, daß die Kurzbezeichnung und Schrift von oben zu lesen ist. Beides wird auf eine glatte Unterlage gelegt und mit einer Glasplatte beschwert, die ein Verrutschen der Vorlage auf der zu belichtenden Platte verhindern soll. Solch eine Glasplatte bekommt man bei einem Glaser für wenige Groschen. Besser ist es, einen Fotokopierrahmen zu verwenden, wie er auf Bild 1 und 2 zu sehen ist. Er hält beide Teile unverrückbar fest. Wer viele gedruckte Schaltungen anfertigen will, sollte sich einen solchen Rahmen anschaffen, denn er sorgt dafür, daß die Vorlage fest auf die Platte angedrückt wird, was unbedingt wichtig ist! Sonst kann es nämlich vorkommen, daß Licht unter die Vorlage dringt und dünne Leiterbahnen könnten auf diese Weise ganz belichtet werden. Nach dem Ätzen stellt man dann fest, daß sie verschwunden sind.

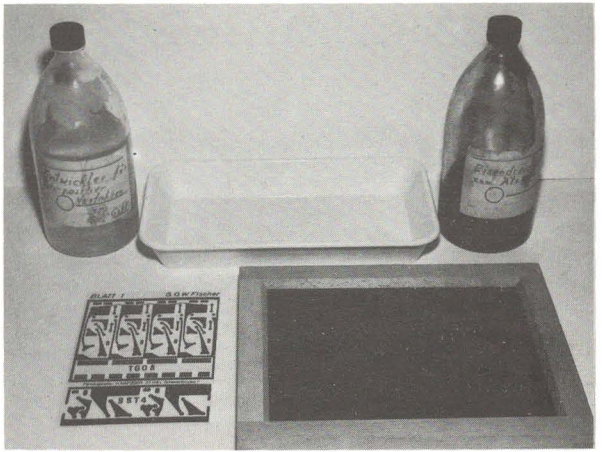


Bild 1 Alle für den Entwicklungs- und Ätzvorgang erforderlichen Utensilien. Der in 1 l Wasser aufgelöste Entwickler, eine Fotoschale, Eisendreichlorid zum Ätzen, unser Vorlagenblatt und ein Kopierrahmen, wie er für Fotozwecke vielfach verwendet wird.

Die Belichtung erfolgt durch eine normale Schreibtischlampe, in die eine 100-Watt-Glühbirne eingeschraubt wird. Einzelne kleine Schaltungen werden im Abstand von ca. 12 cm, ganze Platten im Abstand von 25—30 cm belichtet. Bei 12 cm Abstand beträgt die Belichtungszeit bei Filmdiapositiven 10—15 Minuten, bei

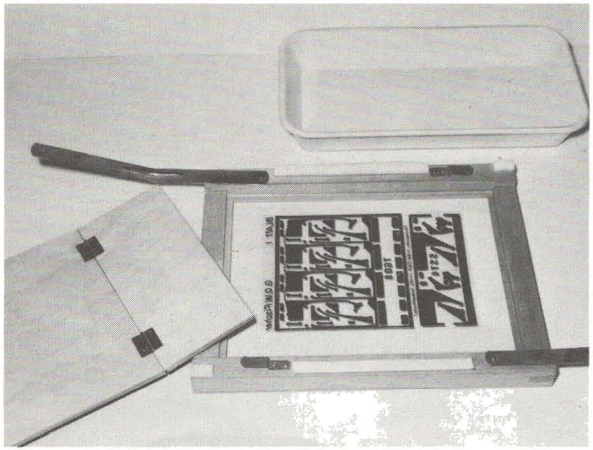


Bild 2 Der Kopierrahmen wird geöffnet, die Druckvorlage mit der lesbaren Seite nach außen hineingelegt. Darauf kommt die foto-positiv-beschichtete Platte. Die kupferkaschierte Seite liegt auf der Druckvorlage.

Transparentzeichnungen 20—25 Minuten. Bei einem Abstand von 25—30 cm verlängert sich die Belichtungszeit auf 20 Minuten bei Filmdias und auf 35 Minuten bei Transparentzeichnungen. Weitere Einzelheiten sind den Anleitungen der Lieferfirmen zu entnehmen; sie liegen den Platten meist bei. Es gibt auch verschiedene Bücher über die Herstellung von gedruckten Schaltungen. Nach erfolgter Belichtung wird die Platte in die mit Entwickler gefüllte Fotoschale gelegt und zwar so, daß die Kupferseite nach oben zu liegen kommt. Um den Entwicklungsvorgang zu beschleunigen, bewegt man die Schale leicht hin und her, so daß die Entwicklerflüssigkeit immer in Bewegung ist und über die Platte spült. Nach ca. 2—5 Minuten werden die Konturen der Schaltung bereits sichtbar. Ein violetter Film löst sich auf und färbt den Entwickler ein. Erst wenn die gedruckte Schaltung vollständig sichtbar ist, kann der Entwicklungsvorgang als beendet angesehen werden. Die Platte wird herausgenommen und mit klarem Leitungswasser abgespült. Dabei darf man jedoch nicht auf die Kupferseite fassen, da es sonst Fingerabdrücke gibt. Es ist am besten, wenn die Platte mit einer Pinzette oder einer Flachzange herausgenommen und unter der Wasserleitung abgespült wird. Aus der Fotoschale wird der Entwickler in eine andere Flasche abgegossen. Er kann für weitere Arbeiten noch verwendet werden. Erst wenn die gebrauchte Entwicklerflüssigkeit ziemlich dunkel gefärbt ist, sollte sie weggegossen und durch neue ersetzt werden.

Die Fotoschale wird mit Wasser gut ausgespült und anschließend mit Eisendreichlorid gefüllt. Die Platte liegt wieder mit der Schaltungsseite nach oben. Jetzt beginnt der Ätzvorgang, der sich je nach Konzentration der Lösung bis auf 1—2 Stunden hinziehen kann. Auch hierbei

wird die Schale bewegt, um die Platte laufend gut zu spülen. Der Ätzvorgang wird durch diese Maßnahme beschleunigt. Bild 3 zeigt den Ätzvorgang kurz vor dem Abschluß. Erst wenn kein Kupferfleck zwischen den einzelnen Leiterbahnen mehr zu sehen ist, kann die Platte herausgenommen werden. Es folgt wieder eine Spülung mit Leitungswasser. Nun ist unsere Druckplatte fertig und die kleinen Löcher (1,3 mm ϕ) für die Aufnahme der Einzelteile können gebohrt werden (Bild 4). Die Eisendreichloridlösung wird ebenfalls für weitere Ätzvorgänge aufgehoben. Erst wenn auch diese Lösung sehr dunkel geworden ist, schüttet man sie weg.

Auf den Kupferbahnen ist jetzt noch ein Schutzfilm übriggeblieben, den man mit Aceton abreiben kann.

Um dem Leser eine genaue Vorstellung von diesem Druckverfahren zu geben, wird hier noch abschließend auf einige wissenswerte Dinge über Plattenmaterial, Entwicklung und Ätzen hingewiesen.

Foto-positiv-beschichtete Platten sind mit einer Fotoschicht versehen, welche die Eigenschaft besitzt, von einer Positivvorlage ohne den Umweg über ein Negativ, unmittelbar durch Belichtung und Entwicklung, ein ätzbeständiges Leiterbild mit all seinen Vorzügen einer Reproduktion und einem außerordentlich hohen optischen Auflösungsvermögen hervorzurufen. Da sich aber auch Fehlabdeckungen abzeichnen, müssen die Leiterbahnen unbedingt lichtundurchlässig sein. Deshalb ist die Qualität der Vorlage von hoher Bedeutung.

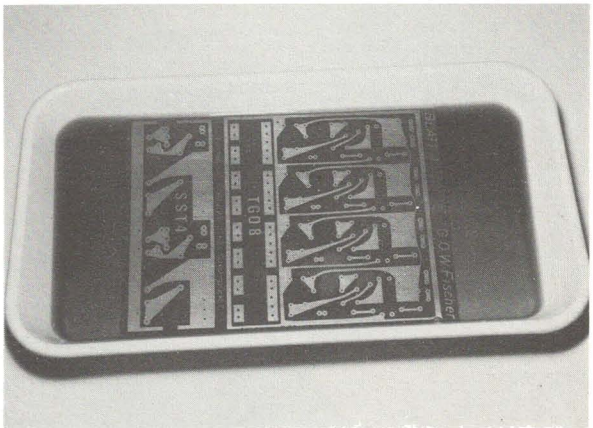


Bild 3 Der Ätzvorgang kurz vor dem Abschluß. Es sind nur noch 2 nicht aufgelöste Stellen sichtbar.

Voraussetzung für eine gute Kopie ist, wie schon erwähnt, daß die Leiterführungen tatsächlich lichtundurchlässig sind. Anderenfalls hat man unter Umständen mit sehr unliebsamen Durchätzungen zu rechnen. Für die Herstellung der Schaltungsvorlage eignet sich am besten, sofern die Schaltung mit Tusche gezeichnet wer-

Bild 4 Die Druckplatte wird auf einer Bohrunterlage befestigt und die kleinen Löcher (1,3 mm ⌀) für die anschließende Aufnahme der Einzelteile werden gebohrt. Anschließend müssen noch die einzelnen Druckschaltungen mit einer Laubsäge voneinander getrennt werden.

den soll, ein Transparentpapier von 90 g/m². Beim Zeichnen sollte möglichst auf eine leichte Federführung geachtet werden. Dadurch ist ein gutes Fließen der Tusche gewährleistet und Fehlabdeckungen entstehen nicht, sofern dafür Sorge getragen wird, daß während der ganzen Arbeit das Papier vor irgendwelchen Verunreinigungen bewahrt bleibt. Transparentpapier ist nicht verzugsfrei. Das hat den Nachteil, daß man keine größeren Flächen abdecken darf. Das Papier würde dazu neigen, nach der Auftrocknung der Tusche zu verwölben. Dieser nicht mehr gutzumachende Fehler würde unter Umständen die spätere Belichtung wegen der Gefahr der Unterstrahlung sehr unangenehm beeinflussen.

Retuschen sollten ebenfalls nach der Auftrocknung erfolgen. Ein mehrmaliges Überziehen der Leiterführungen im noch nassen Zustand hinterläßt in den meisten Fällen Kontrastunterschiede.

Beim Arbeiten mit lichtempfindlichen Platten ist darauf zu achten, daß der Arbeitsraum nicht zu hell ist. Eine Beleuchtung mit gedämpftem Tageslicht ist erlaubt, wenn man elektrische Beleuchtung von ca. 25 Watt nicht vorzieht.

Keinesfalls dürfen die Platten, die im Dunkeln monatelang aufbewahrt werden können, der Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Außerdem sollte man darauf achten, daß die Fotoschicht nicht beschädigt wird. Bei sorgfältiger Bearbeitung sind unliebsame Unterbrechungen der Leiterzüge ausgeschlossen. Deshalb soll an dieser Stelle auf einen sauberen Arbeitsplatz hingewiesen werden. Eine Dunkelkammer ist nicht erforderlich. Es wird allerdings davon abgeraten, die Platten über längere Zeit dem gedämpften Licht auszusetzen. Deshalb sei empfohlen, für eine weiche saubere Unter-

lage zu sorgen, auf welche man die zu belichtenden Platten mit der Schichtseite nach unten, unbedenklich über einen längeren Zeitraum ablegen kann.
Der Entwickler, welcher als Festsubstanz geliefert wird, ist weder feuergefährlich noch geruchsbelästigend. Das Konzentrat, welches aus mehreren Chemikalien besteht, darf nur mit seinem ganzen Inhalt in 1 Liter kaltem Wasser aufgelöst werden. Die Badtemperatur darf 20 °C nicht überschreiten, weil sonst der Fotoresist angegriffen wird. Erst nach der völligen Auflösung kann mit dem Entwickeln begonnen werden. Der Entwickler entfernt sehr schnell den belichteten Teil der Fotoschicht. Ein Tauchen und ein leichtes Bewegen der Platten in der Lösung bewirkt in höchstens zwei Minuten die völlige Entwicklung des Leiterbildes. Danach folgt die Spülung in fließendem, kaltem Wasser. Eine nachfolgende Trocknung ist nicht erforderlich. Die Entwicklerlösung kann über Monate hindurch in einem hierfür vorgesehenen und gekennzeichneten Behälter unter Abschluß von Sauerstoff aufbewahrt werden und läßt sich bis zu ihrer völligen Erschöpfung immer wieder verwenden.
Das meist verwendete Ätzmittel für gedruckte Schaltungen ist Eisendreichlorid. Es ist schwach oxydierend, die Ätzlösung wird dabei zu niedriger Wertigkeit reduziert. Die Ätzzeit hat Einfluß auf die Genauigkeit der gedruckten Schaltung. Deshalb ist ein temperiertes Ätzbad von ca. 45 °C bei einer Dichte von etwa 35 % vorzuziehen.

Verwendung der richtigen Bauteile

Wie im Vorwort schon erwähnt, treten die meisten Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Einzelteile auf. Gerade beim Aufbau von gedruckten Schaltungen ist es jedoch von Vorteil, wenn der Leser genau die Bauteile verwendet, die auch der Verfasser eingebaut hat, denn der Lochabstand auf der Platte ist ja jeweils nur für ein ganz bestimmtes Bauteil ausgelegt. Das besagt natürlich nun nicht, daß unbedingt nur das angegebene Fabrikat verwendet werden darf. Sollte ein Bauteil in seinen Abmessungen etwas größer sein, so müssen eben die Anschlußdrähte so vorgebogen werden, daß sie in die vorgesehenen Löcher passen.
Nachfolgend sollen nach Bauteilen geordnet alle entsprechenden Herstellerfirmen und deren Bestellbezeichnungen angeführt werden. Beim Kauf können dann diese Bestellbezeichnungen genannt werden, was dem Verkäufer die Arbeit erleichtert. Sollten in einigen Orten verschiedene Bauteile nicht erhältlich sein, so kann man anhand der angegebenen Bestellbezeichnungen bei den einschlägigen Elektronikversandgeschäften bestellen. Ich hoffe, daß durch diese Methode viele Unklarheiten von vornherein beseitigt werden.

Widerstände, NTC-Widerstände und Einstellregler

Beginnen wir die Aufstellung mit den Widerständen, den am meisten gebrauchten Einzelteilen bei unseren Schaltungen. Es wurden ausschließlich Beyschlag-Kohleschichtwiderstände mit einer Belastung von 1/8 Watt verwendet. Die Abmessungen solcher Widerstände vom Typ B 1/8 betragen: 2,7 mm ⌀ x 8 mm lang. Die Bestellbezeichnung für z. B. einen 10-kOhm-Widerstand lautet: 10 k 5 % 1/8 W.

Bei manchen Schaltungen werden sogenannte 4,7-kOhm-NTC-Widerstände benötigt. Solche Widerstände werden von der Firma Valvo unter der Bestellbezeichnung B 8 320 07 P/4 K 7 S geliefert.

In vielen Schaltungen ist von Einstellreglern die Rede. Es handelt sich hierbei um veränderliche Widerstände (Potentiometer).
Hier die Bestellbezeichnung für die in unseren Schaltungen verwendeten Werte solcher Einstellpotentiometer:

1 kOhm/0,15 W	Best.-Nr.:	814 Typ 64 Tr-P 1 kOhm
10 kOhm/0,15 W	Best.-Nr.:	814 Typ 64 Tr-P 10 kOhm
25 kOhm/0,15 W	Best.-Nr.:	814 Typ 64 Tr-P 25 kOhm
50 kOhm/0,15 W	Best.-Nr.:	814 Typ 64 Tr-P 50 kOhm

Kondensatoren und Elektrolytkondensatoren

Bei Kondensatoren gibt es die verschiedensten Ausführungsformen, von denen wir hier nur diejenigen aufführen wollen, die auch in unseren Schaltungen zum Einbau kamen.
Beginnen wir mit den Keramik-Rohrkondensatoren. Solche Kondensatoren werden zu Abblock- und Koppelzwecken besonders in HF-Schaltungen verwendet. Hier eine Aufstellung mit Bestellbezeichnungen der in unseren Schaltungen verwendeten Werte.
Keramik-Rohrkondensatoren:

10 pF/Rd	Typ IB N 150	500 V	Abmess.:	2 ⌀ x 10 mm
22 pF/Rd	Typ IB N 150	500 V	Abmess.:	2 ⌀ x 10 mm
27 pF/Rd	Typ IB N 750	500 V	Abmess.:	2 ⌀ x 10 mm
39 pF/Rd	Typ IB N 750	500 V	Abmess.:	2 ⌀ x 10 mm
47 pF/Rd	Typ IB N 750	500 V	Abmess.:	2 ⌀ x 10 mm
100 pF/Rd	Typ IB N 750	500 V	Abmess.:	3 ⌀ x 12 mm
270 pF/Rd	Typ IB N 750	500 V	Abmess.:	3 ⌀ x 22 mm
1000 pF/Rd	Typ II K 4000	500 V	Abmess.:	3 ⌀ x 12 mm

Keramik-Scheibenkondensatoren:

4,7 pF/Sp Typ IB N 150 500 V Abmessungen: 5 ⌀

Eine spezielle Ausführungsform für gedruckte Schaltungen sind die Standkondensatoren. Zwei Werte kommen für uns in Betracht:
Keramik-Standkondensatoren:

2,2 nF Best.-Nr.: 2200/50/20 Hds 125 V
10 nF Best.-Nr.: 10000/50/20 Hds 125 V

Alle angeführten Kondensatoren werden von der Firma Valvo hergestellt.

Für frequenzbestimmende Baueinheiten, z. B. für Tonkreise im Empfänger und für Oszillatorkreise im Sender, benötigt man sehr stabile Kreiskondensatoren. Hierfür kommen die von der Firma Valvo gefertigten Kunststoffkondensatoren KS-KO 422 in Frage. Es folgt eine Aufstellung mit den Bestellbezeichnungen der wichtigsten Werte:

KS-KO 422 Kondensatoren von Valvo:

1000 pF/500 V Best.-Bez.: KS-KO 422 1000/10/500
7,5 ϕ x 15 mm

1500 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 1500/10/125
6 ϕ x 15 mm

2200 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 2200/10/125
6 ϕ x 15 mm

3300 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 3300/10/125
7,5 ϕ x 15 mm

4700 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 4700/10/125
9 ϕ x 15 mm

5600 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 5600/10/125
9 ϕ x 15 mm

8200 pF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 8200/10/125
10 ϕ x 15 mm

10 nF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 0,010/10/125
10 ϕ x 15 mm

15 nF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 0,015/10/125
12,5 ϕ x 15 mm

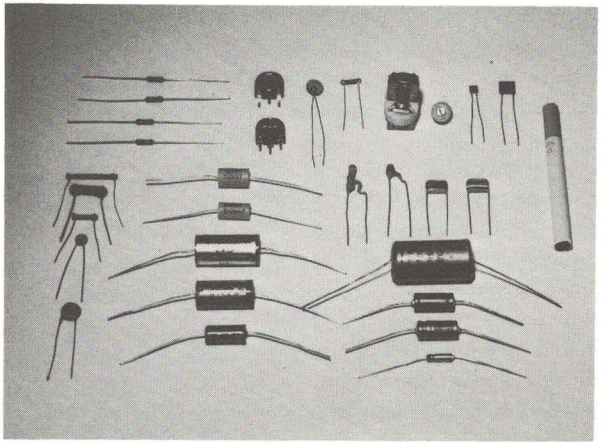


Bild 5 Kondensatoren, Trimmer, Widerstände und Einstellregler, die in unseren Schaltungen verwendet wurden.

22 nF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 0,022/10/125
10 ϕ x 25 mm

33 nF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 0,033/10/125
12,5 ϕ x 25 mm

47 nF/125 V Best.-Bez.: KS-KO 422 0,047/10/125
12,5 ϕ x 25 mm

Für größere Werte, ab 68 nF, haben wir die EROMAK-I-Kondensatoren der Firma Roederstein Kondensatoren verwendet. Hier die verwendeten Werte dieser Kondensatoren und deren Bestellbezeichnungen:

68 nF/63 V Best.-Bez.: Hf 368/06
Abmessungen: 9,5 ϕ x 22 mm
0,22 µF/63 V Best.-Bez.: Hf 422/06
Abmessungen: 12 ϕ x 26 mm
0,33 µF/63 V Best.-Bez.: Hf 433/06
Abmessungen: 14,5 ϕ x 26 mm

Als Koppelkondensatoren in NF-Schaltungen fanden WIMA-MKS und MKA-Kondensatoren Verwendung.

0,01 µF/630 V MKA
Abmessungen: B = 6 mm H = 11 mm L = 14 mm
0,1 µF/100 V MKS
Abmessungen: B = 4 mm H = 9 mm L = 10,5 mm
0,1 µF/250 V MKA
Abmessungen: B = 6 mm H = 11 mm L = 19 mm
0,47 µF/63 V MKA
Abmessungen: B = 6 mm H = 11 mm L = 14 mm

Nun bleiben noch die Elektrolytkondensatoren übrig. Hier eine Aufstellung der Werte, die für unsere Schaltungen in Frage kommen. Es handelt sich um Bestellbezeichnungen der Firma Valvo:

2 µF/15-20 V Best.-Bez.: 22 12 009 15208
3,5 ϕ x 11,6 mm
5 µF/ 6- 8 V Best.-Bez.: 22 12 009 13508
3,5 ϕ x 11,6 mm
10 µF/25-30 V Best.-Bez.: 22 12 009 16109
4,8 ϕ x 11,6 mm
25 µF/10-12 V Best.-Bez.: 22 12 009 14259
4,8 ϕ x 11,6 mm
50 µF/10-12 V Best.-Bez.: 22 12 009 14509
6,1 ϕ x 11,6 mm
100 µF/10-12 V Best.-Bez.: 22 12 008 14101
6,7 ϕ x 19,6 mm

Transistoren und Dioden

Es folgt eine Aufstellung aller Transistoren und Dioden, die in unseren Schaltungen verwendet wurden. Neben den einzelnen Typen steht jeweils die Herstellerfirma:

AC 125	Valvo	BF 115	Valvo
AC 126	Valvo	OA 81	Valvo
AC 128	Valvo	BSY 58	Siemens
AC 132	Valvo	AFY 14	Telefunken
OC 140	Valvo	BA 117	Intermetall
2 N 929	Valvo	Z 1,5	Intermetall

Transistor-Kühlkörper für T 05-Gehäuse (BSY 58) von der Firma F. W. Assmann und Söhne.

Trimmer, Drosseln, Spulenkörper und Schalenkerne

Beim Fernsteuersender FSE 4 wurden einige Spezialbauteile verwendet. In der Quarzoszillatorstufe ist ein Keramik-Miniatur-Scheibentrimmer 3—12 pF vorgesehen. Seine Best.-Bez. lautet:
10 S Triko 06 3/12 N 470 (Stettner & Co.).

In der Endstufe des Senders ist ein Lufttrimmer 2,5 bis 43 pF Typ 17 LJ1 — 43/0,25 eingebaut. Hersteller ist die Firma: Alfred Tronser Apparatebau.

Ebenfalls im Sender wird für die Oszillatorspule ein keramischer Spulenkörper von der Firma Siemens mit der Best.-Bez. Rel sp 97 verwendet. Sollte dieser Spulenkörper in einigen Orten schwer zu beschaffen sein, so kann auch ein ähnlicher keramischer Spulenkörper genommen werden. Sein Durchmesser sollte jedoch bei 12 mm liegen, damit man die Windungszahl nicht zu ändern braucht.
Auch die HF-Drossel mit Siferrit-Kern 30 µH ist von Siemens. Bei einem Durchmesser von 5 mm und einer Länge von 15 mm ist sie bis zu 0,3 A belastbar. Ihre Bestellbezeichnung lautet:
B 82 501 A CO 6
Von Valvo sind dagegen die Breitbanddrosseln 4 µH Best.-Bez. 43 12 020 36701

Bild 6 Einige der Bauteile, die in unseren gedruckten Schaltungen verwendet wurden.
Von links nach rechts: Transistoren, Dioden, Relais, HF- und NF-Spulenkörper, Quarze, Drosseln, Miniaturübertrager und Schalenkerne.

Für NF-Tonkreise und NF-Oszillatorspulen benötigen wir Schalenkerne. Sie werden von der Firma Siemens und Halske gefertigt.
Es folgen die Bestellbezeichnungen für zwei Schalenkernsorten, die bei unseren Schaltungen immer verwendet werden.

1. Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 400 2000 N 28 14 ϕ x 8 mm
Ein Satz Schalenkerne mit Halterung besteht aus folgenden Einzelteilen:

	Best.-Bez.:
1 Satz Schalenkerne	B 65 541-KO400-A028
1 Stück Spulenkörper	B 65 542-A0000-M001
1 Satz Bügelhalterung	B 65 545-A0003-X000
1 Stück Gewindeflansch	B 65 549-J0002-X000
1 Stück Abgleichkern	B 65 549-A0004-X023

Ein Satz Bügelhalterung besteht aus drei Einzelteilen:

	Best.-Bez.:
1 Stück Bügel	C 61 035-A0010-C 105
1 Stück Isolierplatte	C 61 035-A0010-C 102
1 Stück Anschlußträger	C 61 035-A0010-B002

Alle diese Teile sind in der oben angeführten Best.-Bez. für 1 Satz Bügelhalterung enthalten.

2. Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 1800 1100 N 22 o. L. 18 ϕ x 14 mm
Ein Satz Schalenkerne mit Halterung besteht aus folgenden Einzelteilen:

	Best.-Bez.:
1 Satz Schalenkerne	B 65 561-A0000-R022
1 Stück Spulenkörper	B 65 562-A0000-M001
1 Satz Bügelhalterung	B 65 563-A0001-X000

Ein Satz Bügelhalterung besteht aus drei Einzelteilen:

	Best.-Bez.:
1 Stück Bügel	C 40 330-B5-C27
1 Stück Grundplatte	C 40 330-B5-C28
1 Stück Scheibe	C 40 330-B5-C33

Alle diese Teile sind in der oben angeführten Best.-Bez für 1 Satz Bügelhalterung enthalten.

Relais und Übertrager

In verschiedenen Schaltungen werden Relais benötigt. Von der Firma E. Haller u. Co. sollen hier drei 6-Volt-Typen angegeben werden, die mit einer Kontaktbestückung von entweder 2 x u oder 2 x a geliefert werden können. Es handelt sich um die Typen: Nr. 510, Nr. 551 oder Nr. 534.
Ein Spezialrelais, wie es bei unserer Schaltstufe SST 1 zur Verwendung kam, liefert die Firma Ing. Erich Sommer. Die Bestellbezeichnung dafür lautet:
Elfrein-Reedrelais 802-1 H 17-6 V
6-Volt-KACO-Relais, 300 Ohm RA 1931/9 1 x u können von der Firma Rudolf Reuter unter der Bestellbezeichnung D 32 bezogen werden.
Der Haufe-Miniaturübertrager T 112 wird von der Firma Dipl.-Ing. Hellmut Haufe hergestellt.

Aufbauhinweise für die Schaltungen

Um Wiederholungen beim Aufbau der einzelnen Schaltungen zu vermeiden, sollen hier einige Aufbauhinweise gegeben werden. Bei jeder einzelnen Schaltung kann nach diesen allgemeinen Richtlinien gearbeitet werden. Liegt die fertige, mit allen Löchern versehene Druckplatte vor uns, suchen wir nach der Stückliste zunächst alle Einzelteile zusammen. Die Druckplatte liegt so vor uns, daß die Leiterbahnen nach unten zeigen. Von der Aufbauseite her werden nach dem Bestückungsplan zunächst die Widerstände in die entsprechenden Löcher eingesteckt. Auf der Rückseite, der Leiterbahnseite, sind diese Bauteile gleich mit den Leiterbahnen zu verlöten. Vor dem Einstecken müssen die Anschlußdrähte der Bauteile vorgebogen werden! Nach den Widerständen, den kleinsten Bauteilen unserer Schaltungen, folgen die Kondensatoren, mit denen man genauso verfährt. Anschließend folgen die übrigen Bauteile. Stück für Stück werden sie verlötet. Die überstehenden Enden der Anschlußdrähte werden mit einem Seitenschneider abgeschnitten. Mechanische Bauteile, wie Relais oder z. B. der Übertrager T 112 können mit UHU-plus angeklebt werden. Die Anschlußdrähte sind dann von oben in die entsprechenden Löcher zu stecken, um sie auf der Leiterbahnseite verlöten zu können. Beim Einbau von Elektrolytkondensatoren ist besonders darauf zu achten, daß die + und —Anschlüsse richtig mit der Schaltung verlötet werden. Auch bei den Dioden- und Transistorenanschlüssen ist genau auf richtiges Einstecken der Beine zu achten. Schon das Verwechseln nur eines Beines läßt die ganze Schaltung nicht funktionieren. Es ist stets daran zu denken, daß die Transistoranschlüsse in den meisten Datenblättern von unten gezeichnet sind, steckt man sie jedoch von oben in die gedruckte Platte, muß man spiegelbildlich denken. Bei einigen Schaltungen muß das Basisbein zwischen dem Kollektor und dem Emitter nach vorne gebogen werden.

Also beim Einbau eines Transistors lieber 3 mal hinsehen, bevor er mit den Leiterbahnen verlötet wird.
Bei Inbetriebnahme der einzelnen Schaltungen ist stets auf die angegebene Betriebsspannung zu achten, für die eine Schaltung ausgelegt ist. Ein Meßgerät (mA-Meter) sollte stets vor dem Einschalten in den Stromkreis gelegt werden, um immer erst die Stromaufnahme messen zu können.

Schaltung 1

Fernsteuersender FSE 4

Die hier gezeigte Senderschaltung arbeitet auf der Frequenz 27,12 MHz. Bei genauem Abgleich gibt sie eine HF-Leistung von 0,5 Watt an die Antenne ab. Der Sender besteht aus dem Quarzoszillator T 1, der Endstufe T 2, dem Oberwellenfilter L 2/L 3/C 6/C 7/C 8 und C 10, sowie dem Modulationsverstärker T 3 und T 4.

Von Vorteil in dieser Schaltung ist die gute Anpassungsmöglichkeit des Endstufentransistors an die Quarzstufe, die ohne Ankoppelwicklung erfolgt, was dadurch möglich ist, daß in der Quarzstufe ein pnp- und in der Endstufe ein npn-Transistor verwendet wird. Der Oszillator ist quarzstabilisiert. Als Transistor wird der AFY 14 verwendet, der in Basisschaltung arbeitet. Die Kollektorkapazität C 4 sorgt für die nötige Rückkopplung. Sie ist als Trimmer ausgeführt, um bei eventuellen Transistorstreuungen das richtige Rückkopplungsverhältnis besser einstellen zu können. Die Spule L 1 wird aus versilbertem Kupferdraht auf den Keramikspulenkörper gewickelt. Bei einem Spulendurchmesser von 12 mm wickelt man 8 Windungen nebeneinander. Da der Draht blank sein muß, läßt man neben den einzelnen Windungen einen Zwischenraum von ca. 0,5 mm. Die Drahtstärke beträgt 1 mm ϕ. Abgeglichen wird die Spule durch den HF-Eisenkern. Als Endstufentransistor wird der BSY 58 verwendet. Die Ankopplung der Basis erfolgt direkt am unteren Ende von L 1. Durch versuchsweises Anlöten von Windung zu Windung kann die günstigste Anpassungsstelle leicht ermittelt werden. Beim Mustergerät lag sie bei 2,5 Windungen vom kalten Ende der Spule L 1 her gesehen. Im Kollektorkreis des Transistors T 2 liegt ein Filter zur Unterdrükkung der Oberwellen. Über den Kondensator C 11 wird die Antenne oder für die Leistungsversuche eine kleine Glühbirne angeschlossen. Besonders gut eignet sich eine Lampe mit 6 Volt/0,1 A zu diesem Zweck. Bei richtiger Anpassung leuchtet sie hell auf, was einer HF-Leistung von 0,6 Watt entspricht. Soll der HF-Teil zunächst ohne Modulationsteil in Betrieb genommen werden, ist darauf zu achten, daß der Anschluß Dr/C 9 in diesem Fall mit der Plusleitung zu verbinden ist. Die Schaltung ist für eine Betriebsspannung von 12 Volt ausgelegt. Beim Aufbau der HF-Stufe ist darauf zu achten, daß der Transistor T 2 mit einer Kühlschelle versehen wird.

Der Quarz Qu liegt von der Basis gegen Plus. Für die gewünschte Frequenz von 27,12 MHz stellt der Quarz wechselstrommäßig einen Kurzschluß dar. Der Emitter liegt über eine RC-Kombination R 1/C 1 ebenfalls an Plus. Der Basisspannungsteiler R 2/R 3 sorgt für die richtige Arbeitspunkteinstellung des Transistors T 1.

Nun weisen Transistoren gewisse Exemplarstreuungen auf und es kann sein, daß der eine oder andere Transistor bei einem fest eingebauten Widerstand nicht anschwingen würde. Deswegen haben wir den Widerstand R 3 als Einstellpotentiometer ausgeführt. Durch Verdrehen des Einstellpotentiometers kann man den Widerstandswert verändern. Dadurch wird leicht der Punkt zu finden sein, an dem der Oszillator anschwingt. Sollte trotz dieser Maßnahme der Oszillator immer noch nicht anschwingen, so ist der Rückkopplungskondensator C 4 etwas zu verändern.

Die Endstufe T 2 arbeitet in Emitterschaltung. C 6 dient zur Abstimmung. Wird an Punkt 3 eine NF-Spannung an den Modulationsverstärker T 3/T 4 gelegt, so wird die im Endstufentransistor T 2 verstärkte HF moduliert. Zum Aufbau des Senders ist nicht viel zu sagen, denn aus dem Bestückungsplan Bild 8 und dem Bild 9 geht die Lage der einzelnen Teile deutlich hervor. Kommen wir daher zum Abgleich. An den Punkten 1 und 2 wird die Betriebsspannung von 12 Volt angelegt. In die Plusleitung schalten wir ein Meßgerät, um den Strom zu messen.

Dort wo die Drossel Dr und der Kondensator C 9 an den Emitter von T 3 führt, wird eine kurze Leitung angelötet, die mit der Plusleitung zu verbinden ist (nur während des Abgleichs!). Eine Glühbirne 6 Volt/0,1 A löten wir zwischen Punkt 4 und 1 an.

Die Betriebsspannung wird eingeschaltet und das Meßinstrument sollte einen Strom von ca. 50—60 mA anzeigen. C 4 wird jetzt verdreht, bis das Lämpchen schwach aufleuchtet. Der Regler R 3 hat dabei etwa auf Mitte zu stehen, was soviel bedeutet, daß etwa 500 Ohm wirksam sind. Den Regler niemals ganz auf Null stellen! Durch vorsichtiges Verdrehen kann versucht werden, die Lampe etwas heller scheinen zu lassen. Der Abgleichkern der Spule L 1 wird jetzt auf maximale Leuchtstärke des Lämpchens verdreht. Nun wird C 6 abgeglichen. Nach beendetem Abgleich fließen ca. 90 bis 100 mA Strom. Die Drahtbrücke von Dr/C 9 nach Plus wird wieder entfernt, der Sender ist betriebsklar. Die Modulations-NF-Spannung an Punkt 3 muß ca. 1 Volt betragen, wenn der Sender richtig ausgesteuert werden soll. Nach dem Abgleich werden die Spulen mit UHU-plus übergossen, damit sie für alle Zeiten festliegen und sich nicht bei Erschütterungen verändern können.

Zum Schluß noch ein Wort zu den Quarzen. Soll der Sender zusammen mit dem Fernsteuersuper FSU 4 betrieben werden, ist es erforderlich, einen passenden Quarz zu verwenden. Eine Tabelle für Senderquarze S und Empfängerquarze E befindet sich im Anschluß an die Beschreibung des Fernsteuersupers FSU 4. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß Senderquarze und Empfängerquarze stets um 450 bzw. 455 kHz auseinanderliegen. Die Senderquarze liegen stets um diesen Betrag höher als die Empfängerquarze.

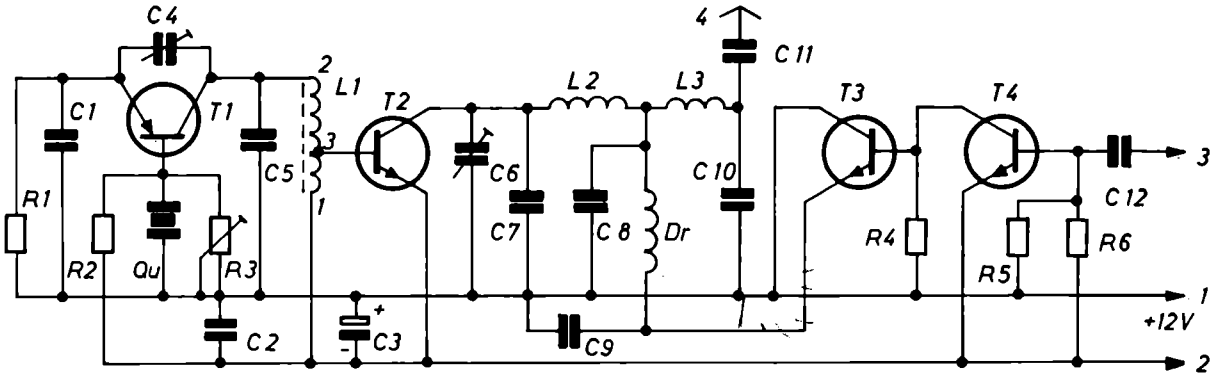


Bild 7 Schaltbild des Fernsteuersenders FSE 4.

Stückliste zum Fernsteuersender FSE 4

R 1	= 100 Ohm	
R 2	= 5,6 kOhm	
R 3	= 1 kOhm	Einstellregler
R 4	= 1 kOhm	
R 5	= 100 kOhm	
R 6	= 22 kOhm	
C 1	= 100 pF	
C 2	= 10 nF	
C 3	= 100 µF	
C 4	= 3-12 pF	Trimmer
C 5	= 10 pF	
C 6	= 6-45 pF	Trimmer
C 7	= 100 pF + 47 pF	
C 8	= 100 pF + 22 pF	
C 9	= 10 nF	
C 10	= 270 pF	
C 11	= 2,2 nF	
C 12	= 0,22 µF	
T 1	= AFY 14	
T 2	= BSY 58	
T 3	= AC 127	
T 4	= OC 140	
Dr	= 30 µH	
Qu	= Quarz je nach Kanal	

L 1 = 8 Wdg. Draht: 1 mm ⌀ CuL. versilbert auf Siemens HF-Keramikspulenkörper Rel sp 97 1—2=8 Wdg. Anzapfung bei 1—3=2,5 Wdg. Abstimmung erfolgt durch mitgelieferten HF-Eisenkern

L 2 = Luftspule 6 Wdg. auf Dorn 8 mm ⌀ wickeln. Spule ausziehen auf eine Länge von ca. 1 cm. Draht: 1 mm ⌀ CuL. versilbert.

L 3 = Luftspule 3 Wdg. auf Dorn 4 mm ⌀ wickeln. Spule ausziehen auf eine Länge von ca. 8 mm. Draht: 1 mm ⌀ CuL. versilbert.

1 Stück Quarzhalter
1 Stück Transistorkühlkörper für BSY 12
1 Stück Transistorkühlkörper für AC 127
1 Stück Druckplatte FSE 4

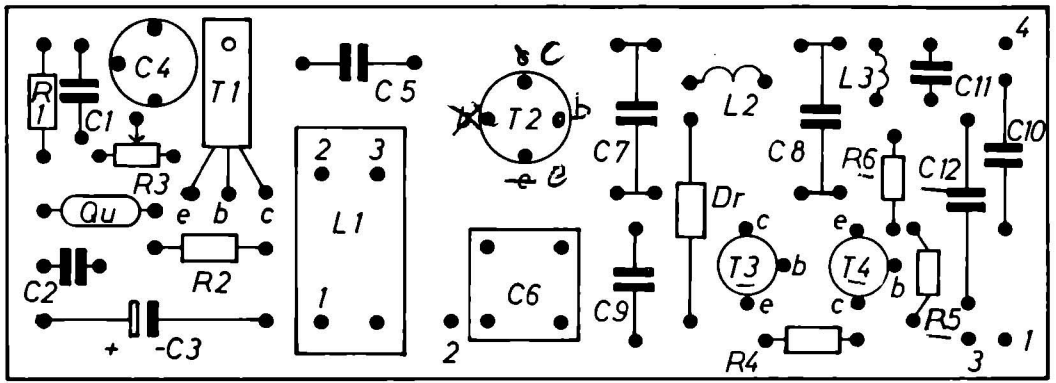


Bild 8 Bestückungsplan des Fernsteuersenders FSE 4.

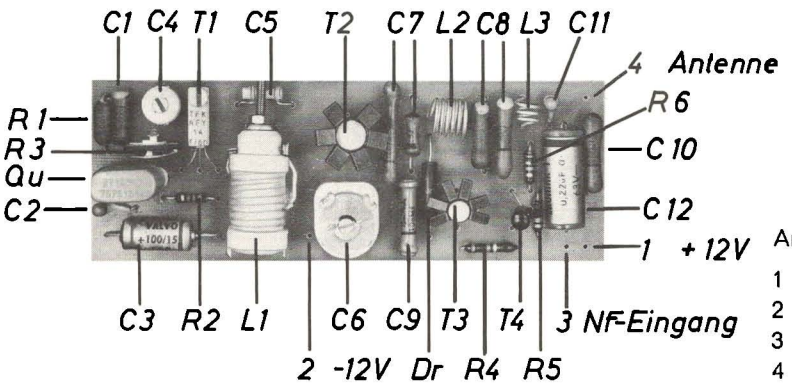


Bild 9 Blick auf die Druckplatte des fertig aufgebauten Fernsteuersenders FSE 4.

Anschlüsse:

1 = + Betriebsspannung Ub = + 12 Volt
2 = — Betriebsspannung Ub = — 12 Volt
3 = NF-Eingangsspannung Ue = 1 Volt NF
4 = Antenne, ca. 1,4 Meter lang

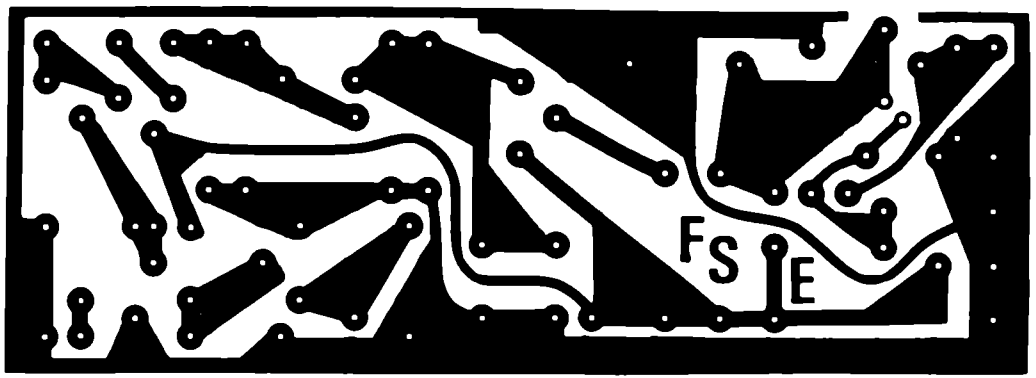


Bild 10 Druckplatte zum Fernsteuersender FSE 4 im Maßstab 1 : 1.

Schaltung 2

Tongenerator TGO 1

Bei der hier gezeigten Schaltung handelt es sich um einen sehr frequenzstabilen Tonoszillator, der mit einem Silizium-npn-Transistor arbeitet. Die frequenzbestimmende Wicklung n 1 des Transformators Tr liegt in der Kollektorzuleitung des Transistors T. Parallel dazu befindet sich der Kreiskondensator CK. Die Rückkopplung erfolgt auf die Basis über die zweite Wicklung n 2. Der Spannungsteiler R 1/R 2 legt den Arbeitspunkt fest. In der Emitterleitung liegt ein R/C-Glied R 3/C 1, das zur Stabilisierung dient. Die NF-Spannung wird vom Kollektor über C 2 und R 4 abgenommen. Die Schaltung arbeitet an einer Betriebsspannung von 6 oder 12 Volt. Bei unbelastetem Kollektor stehen folgende NF-Spannungen zur Verfügung:

Ub = 12 Volt	I = 2,5 mA	Ua = ca. 7 Volt NF
Ub = 6 Volt	I = 1 mA	Ua = ca. 3 Volt NF

Bei einem auf 2000 Hz abgestimmten Tonoszillator wurden Temperaturmessungen durchgeführt. Es zeigte sich, daß diese Schaltung in einem Bereich von ca. —20 °C bis +60 °C äußerst frequenzkonstant blieb.

Hier die Meßwerte:

—20 °C = 1985 Hz	+40 °C = 2005 Hz
+20 °C = 2000 Hz	+50 °C = 2005 Hz
+30 °C = 2003 Hz	+60 °C = 2003 Hz

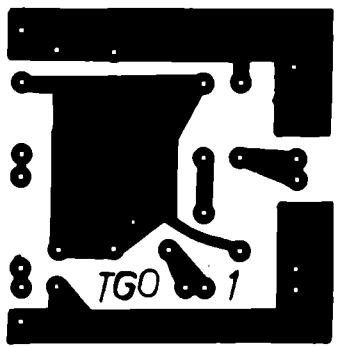


Bild 11 Druckplatte zum Tongenerator TGO 1 im Maßstab 1:1.

Stückliste zum Tongenerator TGO 1

R 1 = 2,2 kOhm
R 2 = 10 kOhm
R 3 = 1,5 kOhm
R 4 = 100 kOhm
C 1 = 2 µF
C 2 = 0,1 µF
CK = je nach Tonfrequenz (siehe unten!)
T = 2 N 929
1 Stück Druckplatte TGO 1
Tr = NF-Oszillatorspule (siehe Wickeldaten!)
f 1 = 1200 Hz CK 1 = 0,33 µF
f 2 = 2000 Hz CK 2 = 0,22 µF
f 3 = 2900 Hz CK 3 = 68 nF + 68 nF = 136 nF
Wickeldaten:
f 1 = 1200 Hz n 1 = 350 Wdg. Draht: 0,08 ⌀ CuL.
n 2 = 50 Wdg. Draht: 0,08 ⌀ CuL.
f 2 = 2000 Hz n 1 = 260 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
n 2 = 38 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
f 3 = 2900 Hz n 1 = 210 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
n 2 = 30 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
Auf Siemens-Siferrit-Schalenkern AL 400
2000 N 28 14 x 8 gewickelt

Anschlüsse:
1 = — Betriebsspannung Ub = — 6/12 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = + 6/12 Volt
3 = NF-Ausgang Ua

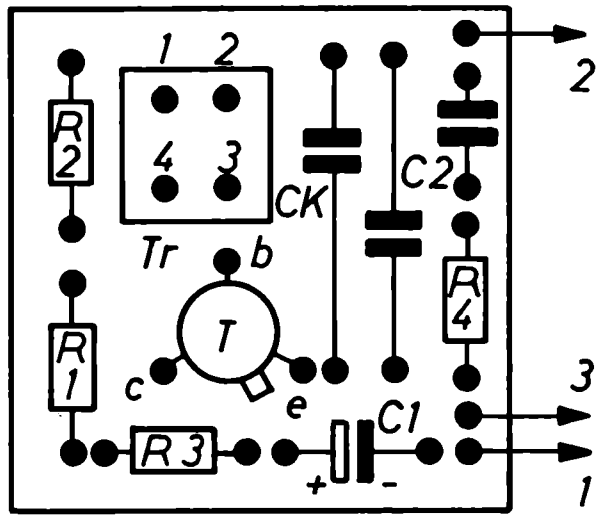
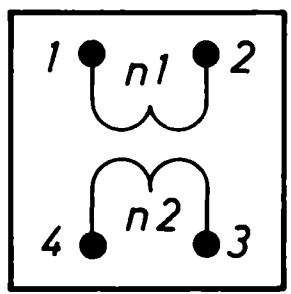


Bild 12 Bestückungsplan zum Tongenerator TGO 1.



Tr-Spule von oben gesehen.

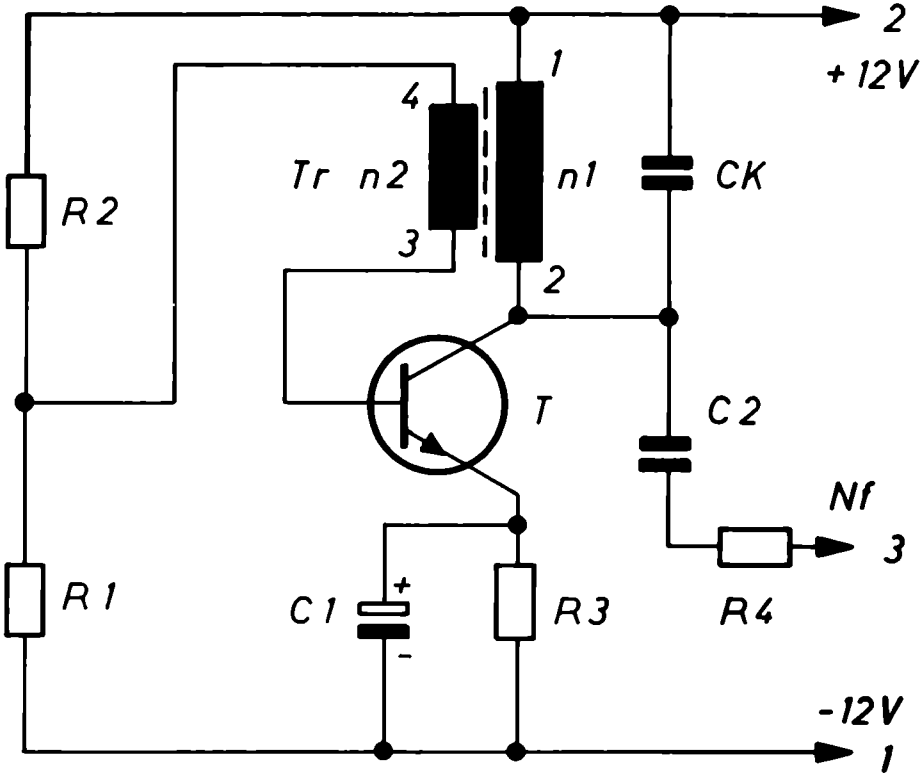


Bild 13 Schaltbild des Tongenerators TGO 1.

Tongenerator TGO 4

Schaltung 3 zeigt einen Tongenerator für vier Festfrequenzen mit anschließender Trennstufe. Im Kollektorkreis des Transistors T 1 liegen die vier Tonoszillatorspulen L 1—L 4. Dazu gehören die vier frequenzbestimmenden Kondensatoren C 1—C 4. Wird jeweils einer der Punkte 4—7 über einen Schalter an die Minusleitung Punkt 3 gelegt, so wird ein NF-Signal erzeugt, welches über R 8 und C 5 an die Basis von T 2 gelangt. Über C 7 kann dieses Signal verstärkt an Punkt 1 abgenommen werden, um es z. B. einem Fernsteuersender zuzuführen. Werden gleich zwei von diesen Platten aufgebaut, erhält man einen 8-Kanal-Tonoszillator. In der Stückliste sind die Wickeldaten für 8 Kanäle angegeben. Die Frequenzen f 1 — f 4 werden auf Platte 1, die Frequenzen f 5 — f 8 auf Platte 2 erzeugt.

Abgeglichen werden die einzelnen Tonoszillatorspulen durch Eisenkerne. Die Amplitude wird durch die Einstellregler R 4 — R 7 eingestellt. Auch ein Feinabgleich kann durch die Regler vorgenommen werden. Die Schaltung ist für eine Betriebsspannung von 12 Volt ausgelegt, so daß sie zusammen mit dem Fernsteuersender FSE 4 betrieben werden kann.

Stückliste zum Tongenerator TGO 4

R 1	=	18 kOhm für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		8,2 kOhm für Platte 2 (Kanäle 5—8)
R 2	=	2,7 kOhm
R 3	=	1 kOhm
R 4	=	1 kOhm Einstellregler
R 5	=	1 kOhm Einstellregler
R 6	=	1 kOhm Einstellregler
R 7	=	1 kOhm Einstellregler
R 8	=	100 kOhm für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		33 kOhm für Platte 2 (Kanäle 5—8)
R 9	=	100 kOhm
R 10	=	4,7 kOhm
R 11	=	470 Ohm
R 12	=	5,6 kOhm
C 1	=	0,22 µF für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		68 nF für Platte 2 (Kanäle 5—8)
C 2	=	0,22 µF für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		68 nF für Platte 2 (Kanäle 5—8)
C 3	=	0,22 µF für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		68 nF für Platte 2 (Kanäle 5—8)
C 4	=	0,22 µF für Platte 1 (Kanäle 1—4)
		68 nF für Platte 2 (Kanäle 5—8)
C 5	=	10 µF
C 6	=	5 µF
C 7	=	10 µF
T 1	=	AC 125 oder AC 126
T 2	=	AC 125 oder AC 126

L 1 = NF-Oszillatorspule für Kanal 1 (siehe Wickeldaten!)
L 2 = NF-Oszillatorspule für Kanal 2 (siehe Wickeldaten!)
L 3 = NF-Oszillatorspule für Kanal 3 (siehe Wickeldaten!)
L 4 = NF-Oszillatorspule für Kanal 4 (siehe Wickeldaten!)
Die Spulen L 1—L 4 sitzen auf Platte 1

L 5 = NF-Oszillatorspule für Kanal 5 (siehe Wickeldaten!)
L 6 = NF-Oszillatorspule für Kanal 6 (siehe Wickeldaten!)
L 7 = NF-Oszillatorspule für Kanal 7 (siehe Wickeldaten!)
L 8 = NF-Oszillatorspule für Kanal 8 (siehe Wickeldaten!)
Die Spulen L 4—L 8 sitzen auf Platte 2

Alle Spulenanschlüsse werden auf der Halterung von Anschluß 3—4 verlötet!

Spulenbausätze für die Oszillatorspulen L 1—L 8:

Siemens-Siferrit-Schalenkerne	B 65541-K 0400-A 028
Spulenkörper	B 65542-A 0000-M 001
Abgleichschraube mit Kern	B 65549-A 0004-X 023
Bügelhalterung	B 65545-A 0003-X 000
Gewindeflansch für Abgleich	B 65549-J 0002-X 000

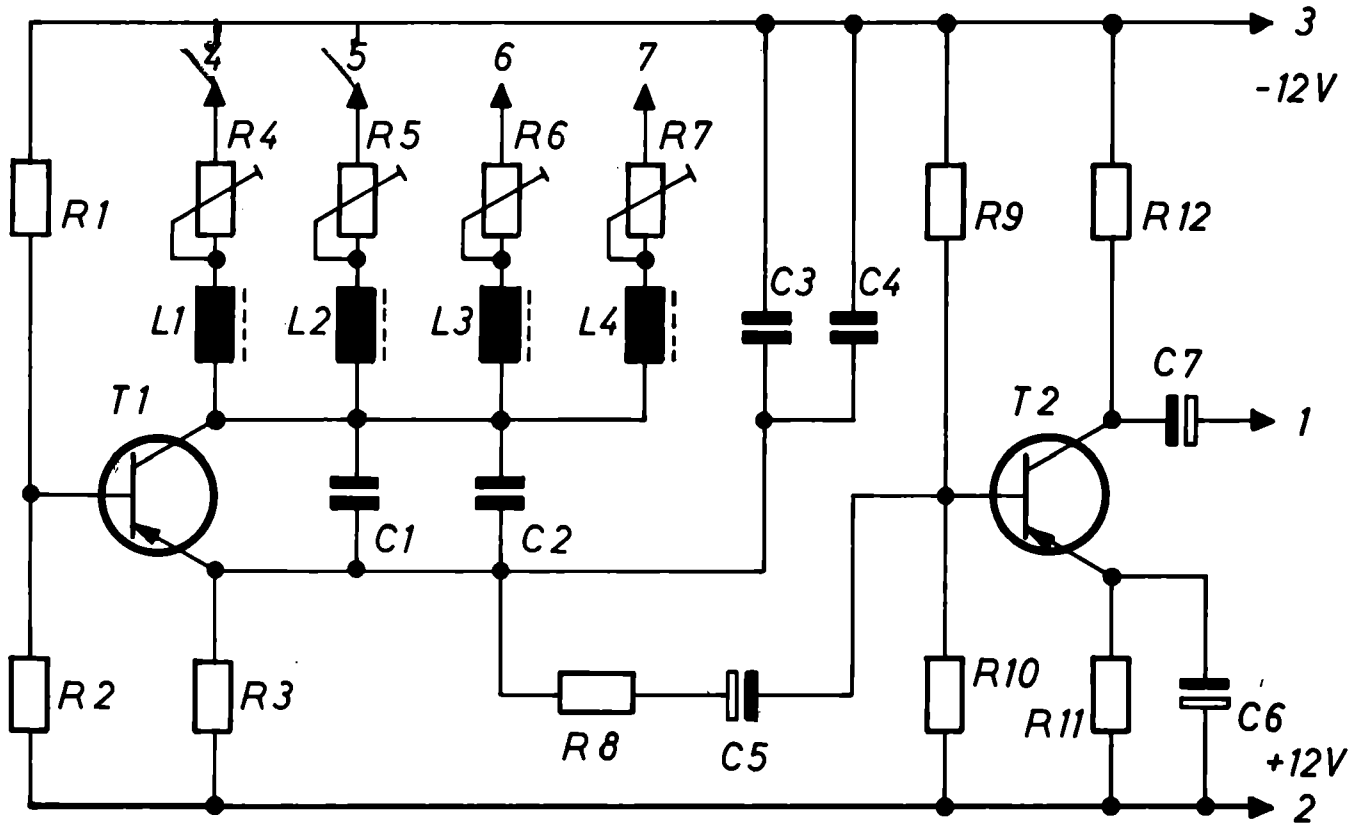
1 Stück Druckplatte TGO 4

NF-Oszillatorspulen für den Tongenerator TGO 4

Auf Platte 1 sind die Kanäle 1—4 untergebracht
Auf Platte 2 sind die Kanäle 5—8 untergebracht

Kanal 1	f = 820 Hz,	n = 650 Wdg.	L = 172 mH
		C 1—C 4 = je 0,22 µF	
Kanal 2	f = 1200 Hz,	n = 450 Wdg.	L = 81 mH
		C 1—C 4 = je 0,22 µF	
Kanal 3	f = 1800 Hz,	n = 300 Wdg.	L = 35 mH
		C 1—C 4 = je 0,22 µF	
Kanal 4	f = 2600 Hz,	n = 195 Wdg.	L = 16 mH
		C 1—C 4 = je 0,22 µF	
Kanal 5	f = 3500 Hz,	n = 270 Wdg.	L = 29 mH
		C 1—C 4 = je 68 nF	
Kanal 6	f = 4600 Hz,	n = 210 Wdg.	L = 17,5 mH
		C 1—C 4 = je 68 nF	
Kanal 7	f = 5700 Hz,	n = 160 Wdg.	L = 10,5 mH
		C 1—C 4 = je 68 nF	
Kanal 8	f = 6900 Hz,	n = 130 Wdg.	L = 7 mH
		C 1—C 4 = je 68 nF	

Die Wickeldaten gelten für die Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 400 2000 N 28 14 mm ⌀, 8 mm hoch B 65541-K 0400-A 028



30 *Bild 14 Schaltbild des Tongenerators TGO 4.*

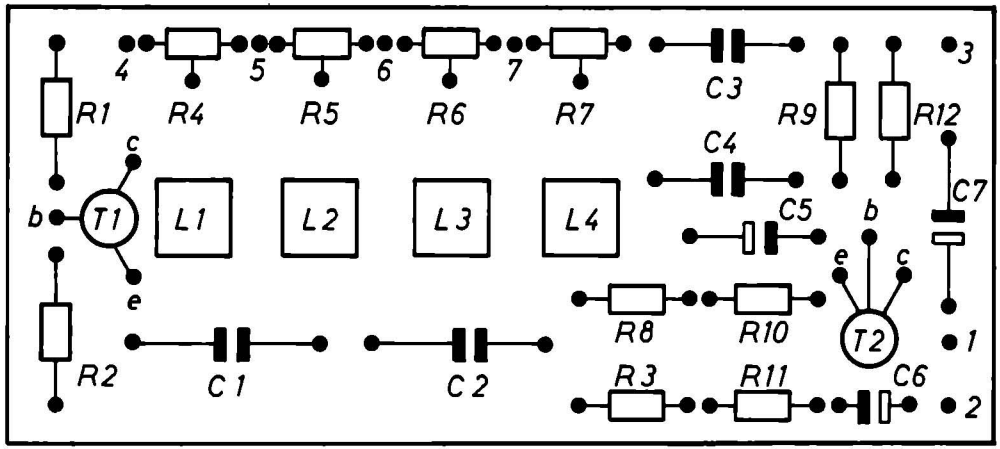
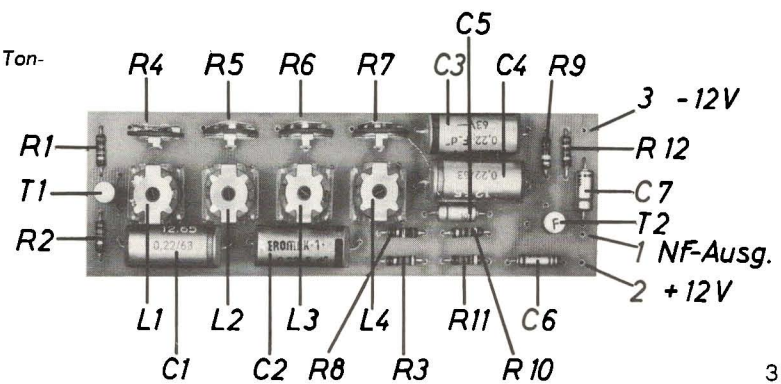


Bild 15 Bestückungsplan des Tongenerators TGO 4.

Bild 16 Blick auf die Druckplatte des fertig aufgebauten Tongenerators TGO 4.



Stromaufnahme vom Oszillator,
nicht getastet: I = 1,5 mA
Stromaufnahme vom Oszillator,
getastet: I = 4,5 mA
Anschlüsse:
1 = NF-Ausgangsspannung Ua
2 = + Betriebsspannung Ub = + 12 Volt
3 = — Betriebsspannung Ub = — 12 Volt

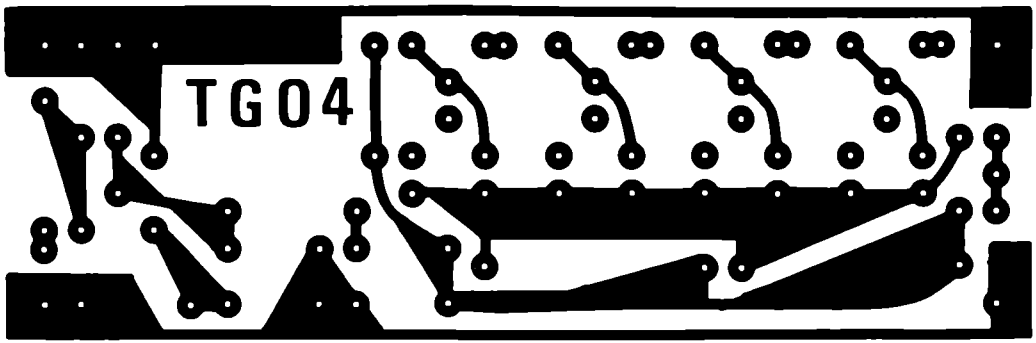


Bild 17
Druckplatte zum Tongenerator TGO 4 im Maßstab 1:1.

Tongenerator TGO 8

Der Tongenerator TGO 8 ist für 8 Kanäle vorgesehen. Er besteht aus vier gleich aufgebauten Tonoszillatoren, von denen jeder einzelne auf zwei Kanälen arbeitet. Die Wickeldaten für die Übertrager Ü 1 — Ü 4 sind in der Stückliste angegeben. Frequenzbestimmend ist die Wicklung a — c zusammen mit den Kreiskondensatoren CK. Wird einer der Punkte K 1 — K 8 an Minus, Punkt 1, gelegt, z. B. über einen Tastschalter, dann erzeugt der betreffende Oszillator ein NF-Signal. Dieses Signal wird über die niederohmige Wicklung e — f ausgekoppelt. Mit den Einstellpotentiometern R 5/R 11/ R 17 oder R 23 kann die gewünschte Amplitude am Ausgang, Punkte 3/4/5 und 6, eingestellt werden. Die Widerstände R 6/R 12/R 18 und R 24 dienen zur Entkopplung, da die Ausgänge 3/4/5 und 6 zusammengelegt werden können. Sie bilden dann einen gemeinsamen Ausgang, der mit dem Eingang eines Fernsteuersenders in Verbindung gebracht werden kann.
Beim Wickeln der Oszillatorspulen ist darauf zu achten, das die Anschlußdrähte a — f so aus dem Schalenkern geführt werden, wie es der Bestückungsplan zeigt, damit die richtigen Drahtenden mit den für sie vorgesehenen Leiterbahnen auf der Unterseite der Platte verlötet werden. Die Widerstände R 6, R 12, R 18 und R 24 sind hochzustellen und so mit der Platte zu verlöten. Rechts neben den Kondensatoren C 1, C 3, C 5 und C 7 befindet sich eine Drahtbrücke, die nicht übersehen werden darf. Ein Stück Schaltdraht ist von den entsprechend eingezeichneten Lötpunkten zu den Kreiskondensatoren CK zu verlegen. Für diese Kreiskondensatoren CK sind jeweils zwei Einzelkondensatoren pro Kanal auf der Platte vorgesehen, damit ein genauer Abgleich der Frequenzen vorgenommen werden kann. Der Stromverbrauch jeweils eines Oszillators liegt bei ca. 4,3 mA.

Anschlüsse:
1 = — Betriebsspannung Ub = — 6 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = + 6 Volt
3 = NF-Ausgang von Oszillator 1
4 = NF-Ausgang von Oszillator 2
5 = NF-Ausgang von Oszillator 3
6 = NF-Ausgang von Oszillator 4
K 1—K 8 = Leitungen zu den einzelnen Tastschaltern der Kanäle K 1—K 8
Die Anschlüsse 3, 4, 5 und 6 können auch zusammengelegt werden. Es ergibt sich dann ein gemeinsamer NF-Ausgang.

Stückliste zum Tongenerator TGO 8

R 1 = 10 kOhm
R 2 = 1,5 kOhm
R 3 = 10 kOhm
R 4 = 330 Ohm
R 5 = 10 kOhm Einstellregler
R 6 = 47 kOhm
R 7 = 10 kOhm
R 8 = 1,5 kOhm
R 9 = 10 kOhm
R 10 = 330 Ohm
R 11 = 10 kOhm Einstellregler
R 12 = 47 kOhm
R 13 = 10 kOhm
R 14 = 1,5 kOhm
R 15 = 10 kOhm
R 16 = 330 Ohm
R 17 = 10 kOhm Einstellregler
R 18 = 47 kOhm
R 19 = 10 kOhm
R 20 = 1,5 kOhm
R 21 = 10 kOhm
R 22 = 330 Ohm
R 23 = 10 kOhm Einstellregler
R 24 = 47 kOhm
C 1 = 5 µF
C 2 = 10 µF
C 3 = 5 µF
C 4 = 10 µF
C 5 = 5 µF
C 6 = 10 µF
C 7 = 5 µF
C 8 = 10 µF
CK 1 = 33 nF + 3,3 nF
CK 2 = 15 nF
CK 3 = 8,2 nF + 3,3 nF + 1 nF
CK 4 = 5,6 nF + 2,2 nF
CK 5 = 5,6 nF + 1,5 nF
CK 6 = 3,3 nF + 1 nF
CK 7 = 5,6 nF + 1,5 nF
CK 8 = 3,3 nF + 1 nF
T 1 = AC 126
T 2 = AC 126
T 3 = AC 126
T 4 = AC 126
Ü 1 = Tonoszillator 1 für die Kanäle 1 und 2

Wickeldaten:
a—b = 1000 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
b—c = 100 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
c—d = 100 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
e—f = 50 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.

Ü 2 = Tonoszillator 2 für die Kanäle 3 und 4

Wickeldaten:
a—b = 800 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
b—c = 80 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
c—d = 80 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
e—f = 40 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.

Ü 3 = Tonoszillator 3 für die Kanäle 5 und 6

Wickeldaten:

a—b = 600 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
b—c = 60 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
c—d = 60 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
e—f = 30 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.

Ü 4 = Tonoszillator 4 für die Kanäle 7 und 8

Wickeldaten:

a—b = 400 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
b—c = 40 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
c—d = 40 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.
e—f = 20 Wdg. 0,1 ⌀ CuL.

Zum Aufbau der Tonoszillatorspulen 1—4 sind folgende Einzelteile erforderlich:
4 Stück Siemens-Siferrit-Schalenkerne
23 ⌀ x 17 mm hoch AL 400 1100 N 22
mit Luftsp. 0,21 mm
Best.-Nr.: B 65571-A 0400-A 022
4 Stück Spulenkörper Best.-Nr. B 65572-A 0000-M 001
4 Stück Halterungen Best.-Nr. B 65575-A 0001-X 000

1 Stück Druckplatte für TGO 8

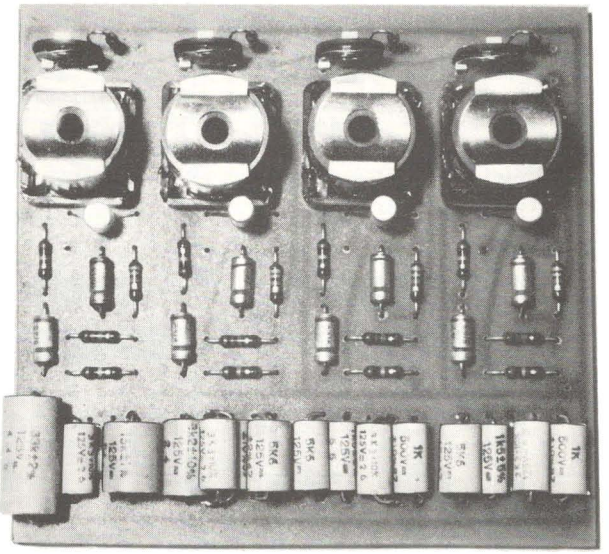


Bild 18 Blick auf die Druckplatte des fertig aufgebauten Tongenerators TGO 8.

Die 8 Kanäle des Tongenerators TGO 8 wurden auf folgende Frequenzen abgeglichen:

Kanal 1 f 1 = 1200 Hz	Kanal 5 f 5 = 4600 Hz
Kanal 2 f 2 = 1800 Hz	Kanal 6 f 6 = 5700 Hz
Kanal 3 f 3 = 2600 Hz	Kanal 7 f 7 = 6700 Hz
Kanal 4 f 4 = 3500 Hz	Kanal 8 f 8 = 8400 Hz

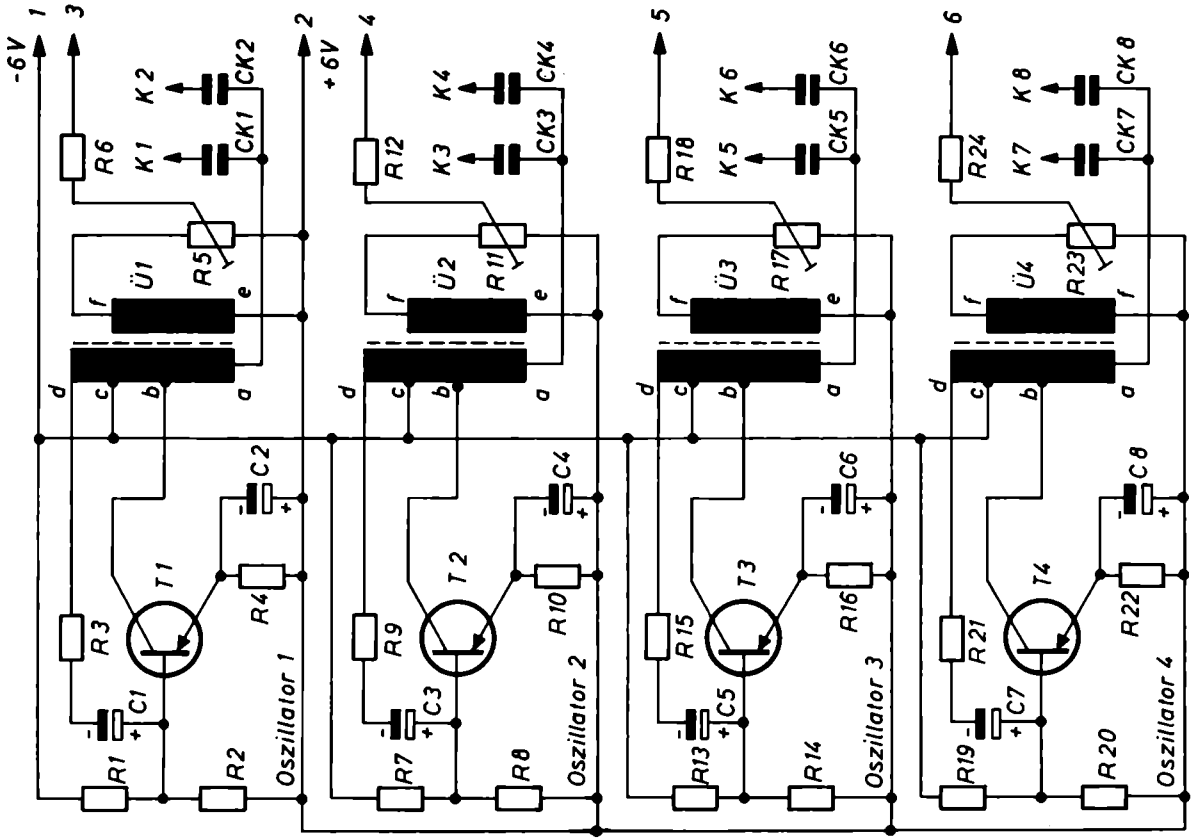


Bild 19 Schaltbild des Tongenerators TGO 8.

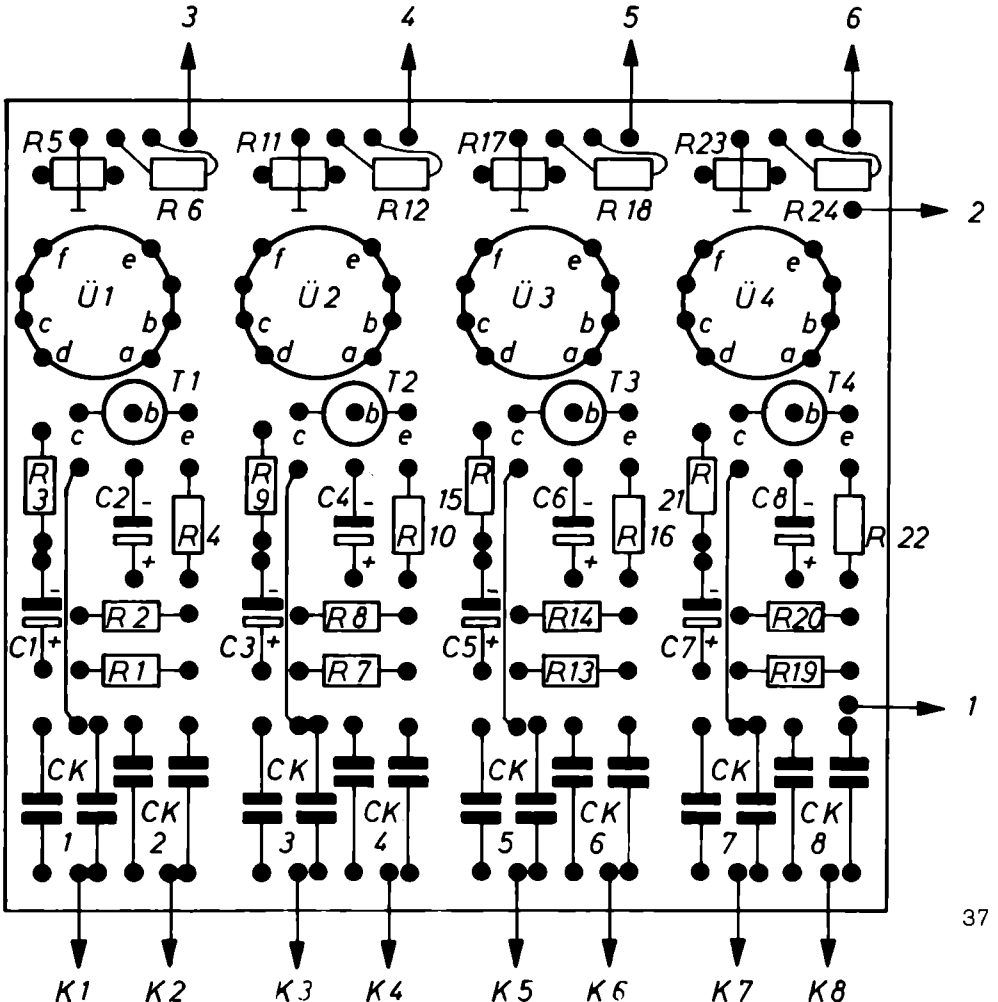


Bild 20 Bestückungsplan zum Tongenerator TGO 8

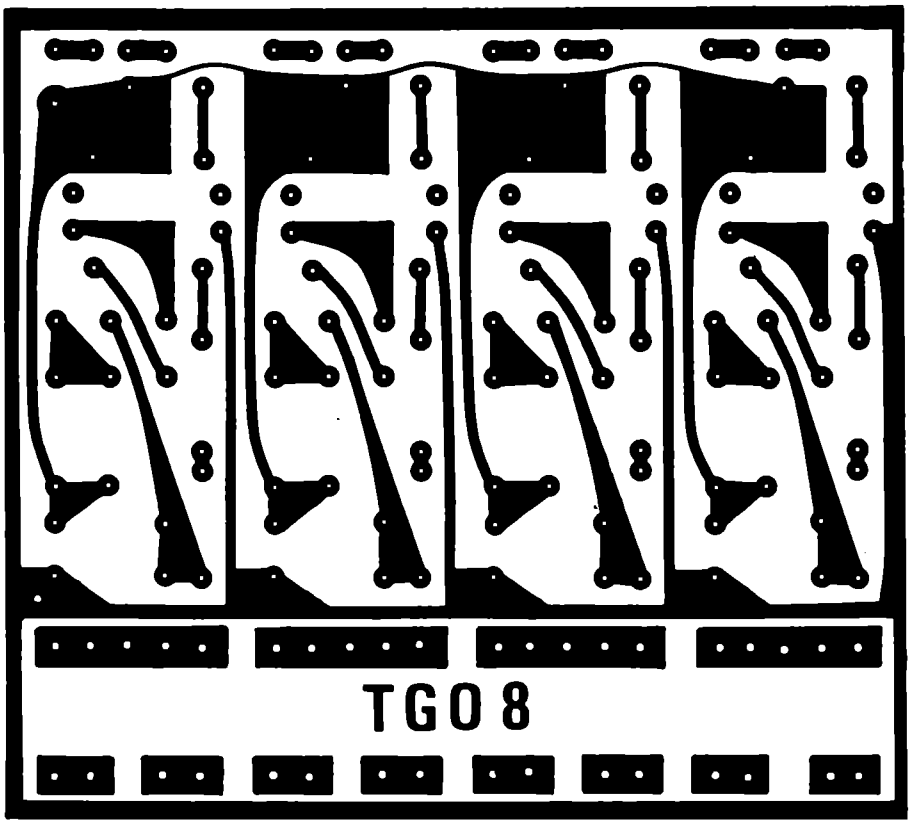


Bild 21
Druckplatte zum Tongenerator TGO 8 im Maßstab 1:1.

Schaltung 5

Fernsteuersuper FSU 4

Die Vorteile, die ein Super in der Fernsteuertechnik bietet, dürften bereits allgemein bekannt sein, weshalb wir uns hier nur mit der eigentlichen Schaltung zu beschäftigen brauchen. Es handelt sich um ein sehr empfindliches Gerät, der Verfasser, der sechs Super aufgebaut hat, konnte bei vier Stück eine Empfindlichkeit von 2 µV und bei zwei weiteren Geräten eine Empfindlichkeit von 3 µV messen. Es soll jedoch von vornherein nicht verheimlicht werden, daß es sich hierbei um die schwierigste unter den hier in diesem Buch beschriebenen Schaltungen handelt und man sollte sie nicht als 1. Gerät aussuchen. Schwierig deshalb, weil die Bauteile sehr gedrängt, im Gegensatz zu den anderen Schaltungen, angeordnet wurden. Das war wegen der stattlichen Anzahl von Bauteilen erforderlich, wollte man die Grundplatte unseres Supers nicht zu einem kleinen Küchentablett werden lassen. Die Leiterbahnen liegen z. T. sehr eng aneinander und beim Löten ist unbedingt darauf zu achten, daß nicht Zinn von der einen Bahn auf die andere Bahn fließt und es zu einem Kurzschluß kommt. Gelötet sollte nur mit sogenannten Bleistiftspitzen werden. 10—30-Watt-Lötkolben reichen vollständig aus.

Die Spulen, deren Wickeldaten aus der Stückliste zu entnehmen sind, werden mit UHU-plus übergossen und auf der Platte festgeklebt. Die ZF-Bandfilter L 4, L 5, L 6/L 7, L 8, L 9/L 10 und L 11/L 12 werden fertig von der Firma Reuter bezogen (siehe Kapitel: Bauteile). Für diesen Super sind 2 Bandfiltersätze erforderlich.

Die HF-Eingangsspannung gelangt über die Antenne (Punkt 4) an die Spule L 1, weiter über C 1 an die Basis von T 1, wo sie verstärkt wird und über die Wicklung L 3 an die Mischstufe T 2. Mischstufe deshalb, da hier in diesem Transistor noch eine weitere HF-Frequenz eingekoppelt wird. Es handelt sich um die Quarzfrequenz fe, die im Transistor T 3 erzeugt wird. Wir wissen, daß sich die Sendefrequenz fs von der Empfangsfrequenz fe immer durch den Abstand der Zwischenfrequenz ZF unterscheidet. Der Transistor T 2 bekommt an seiner Basis die Sendefrequenz fs angeboten und im Emitter wird über C 12 die Empfangsfrequenz fe eingekoppelt. In seinem Kollektorkreis liegt das 1. ZF-Filter L 4. Es wird auf den Unterschied der beiden Frequenzen fs und fe abgestimmt und man erhält so die erforderliche ZF von 450 oder 455 kHz, je nachdem, welche Quarze man verwendet hat. Eine Aufstellung über alle für Fernsteuerzwecke erforderlichen Quarze für Sender und Empfänger befindet sich am Schluß dieses Kapitels.

Bei den auf die Mischstufe folgenden Transistorstufen handelt es sich um ZF-Verstärker (T 4 und T 5). Der

Transistor T 6 übernimmt die Demodulation der NF von der HF und erzeugt die Regelspannung, die dann besonders wichtig ist, wenn Signale sehr unterschiedlicher Stärke aufgenommen werden. Sie sorgt dafür, daß die zur Auswertung erforderliche NF-Spannung immer die gleiche ist. Beim Super kommt es daher nicht vor, wie bei den Pendlern oft erlebt, daß im Nahbereich gleich zwei Frequenzen oder sogar drei ansprechen, weil die einfallende Energie eben so stark ist, daß auch gleich noch die Nachbarkanäle beaufschlagt werden. Im Super wird die Verstärkung durch die Regelspannung heruntergedrückt, wenn die Eingangsspannung sehr hoch ist. Ist sie dagegen sehr schwach, wird die volle Verstärkung wirksam und so kommt es, daß die Ausgangssignale bei schwachem und starkem Eingangspegel fast gleich groß sind. Auch das ist ein wesentlicher Vorteil des Supers.

Der Transistor T 7 hat die Aufgabe, die gewonnene NF zu verstärken. Auf ihn folgt noch ein Emitterfolger T 8. Über die Ausgänge 3 und 5 kann die NF abgenommen und von dort den Schaltstufen zugeführt werden. Welche Möglichkeiten sich da ergeben, wird in einem späteren Buch dieser Reihe beschrieben; hier sollen lediglich die einzelnen Schaltungen behandelt werden.

Wo und wie die einzelnen Bauteile zu liegen kommen, geht aus dem Bestückungsplan und dem Bild 25 eindeutig hervor.

Kommen wir jetzt zum Abgleich des Supers. Dazu ist ein fertiger Fernsteuersender erforderlich. Der Sender wird im Nebenzimmer aufgestellt, die Antenne nur etwas ausgefahren, einer der NF-Kanäle getastet (Dauerton). Am Ausgang des Empfängers (Punkt 3) wird ein Oszillograf oder ein Kopfhörer angeschlossen. Die ZF-Filter sind auf maximale Kurvenform oder größtmögliche Lautstärke abzugleichen. Es folgt die Spule L 2 und anschließend der Vorkreis L 1. Vorsichtig werden danach alle ZF-Kreise nochmals nachgeglichen. Vom Sender aus werden jetzt alle NF-Kanäle nacheinander getastet und es wird kontrolliert, ob alle NF-Signale mit der gleichen Amplitude ankommen. Eventuell ist ein Nachstimmen bei der höchsten NF-Frequenz erforderlich. Anschließend ist bei den tieferen Frequenzen nachzukontrollieren, ob dort die Spannung nicht wieder abgesunken ist. Der Abgleich ist beendet, wenn bei allen NF-Frequenzen fast die gleiche NF-Spannung am Ausgang zu messen ist. Anschließend macht man noch einen Reichweitentest. Ein Nachgleichen wird kaum noch erforderlich sein.

Anschlüsse:
1 = — Betriebsspannung — 6 Volt
2 = + Betriebsspannung + 6 Volt
3 = NF-Ausgang zu den Schaltstufen
4 = Antenne
5 = Kopfhörer gegen 1 (— 6 V)

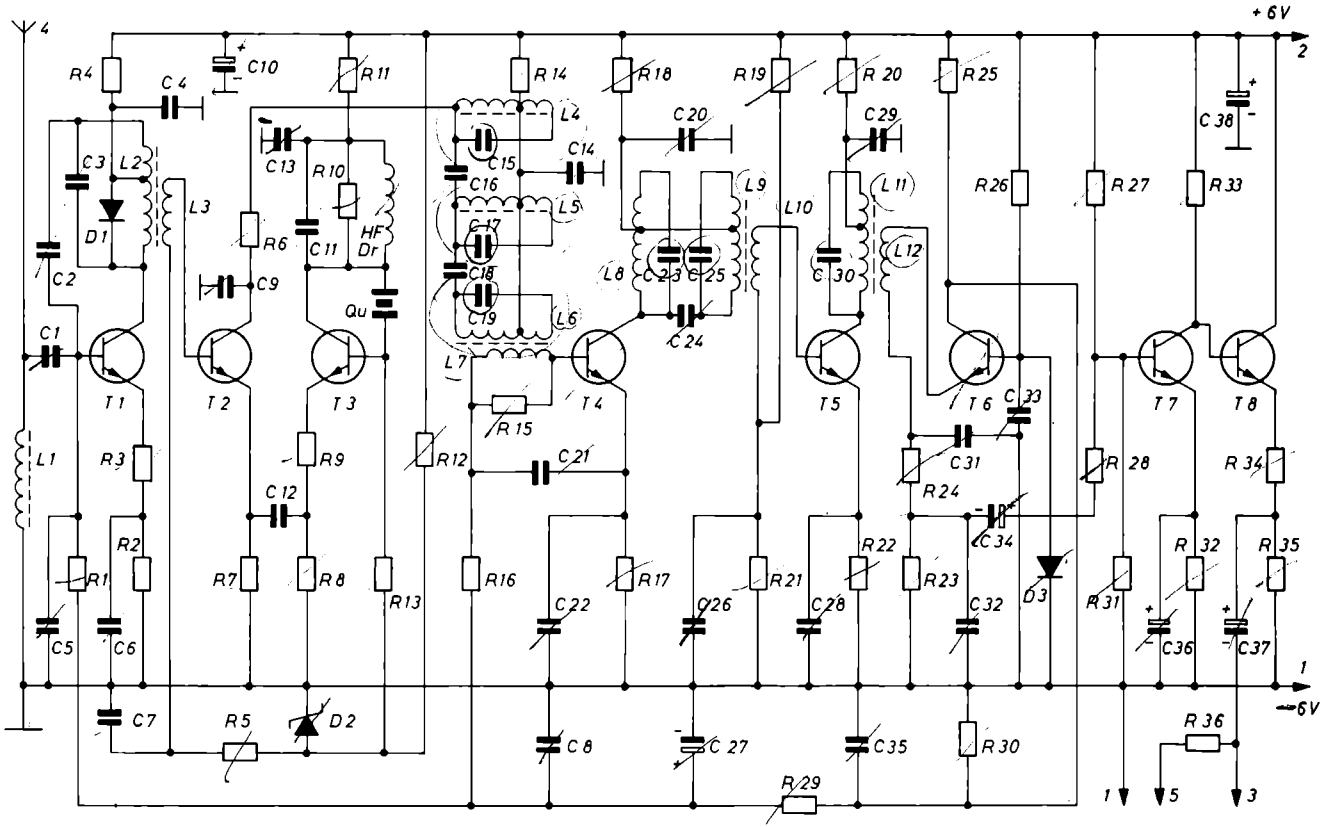


Bild 22 Schaltbild des Fernsteuersupers FSU 4.

Stückliste zu Fernsteuersuper FSU 4

R 1 = 4,7 kOhm
R 2 = 1 kOhm
R 3 = 100 Ohm
R 4 = 470 Ohm
R 5 = 10 kOhm
R 6 = 820 Ohm
R 7 = 1 kOhm
R 8 = 100 Ohm
R 9 = 330 Ohm
R 10 = 6,8 kOhm
R 11 = 1 kOhm
R 12 = 10 kOhm
R 13 = 68 kOhm
R 14 = 220 Ohm
R 15 = 220 Ohm
R 16 = 4,7 kOhm
R 17 = 1 kOhm
R 18 = 220 Ohm
R 19 = 22 kOhm
R 20 = 100 Ohm
R 21 = 8,2 kOhm
R 22 = 1 kOhm
R 23 = 3,3 kOhm
R 24 = 470 Ohm
R 25 = 22 kOhm
R 26 = 33 kOhm
R 27 = 33 kOhm
R 28 = 2,2 kOhm
R 29 = 2,2 kOhm
R 30 = 10 kOhm
R 31 = 6,8 kOhm
R 32 = 1 kOhm
R 33 = 4,7 kOhm
R 34 = 330 Ohm
R 35 = 330 Ohm
R 36 = 2,2 kOhm
C 1 = 39 pF
C 2 = 4,7 pF
C 3 = 27 pF
C 4 = 10 nF
C 5 = 100 pF
C 6 = 10 nF
C 7 = 10 nF
C 8 = 10 nF
C 9 = 47 pF
C 10 = 10 µF
C 11 = 4,7 pF
C 12 = 10 nF
C 13 = 22 nF
C 14 = 10 nF
C 15 = im Bandfilter
C 16 = 22 pF
C 17 = im Bandfilter
C 18 = 22 pF
C 19 = im Bandfilter
C 20 = 10 nF
C 21 = 47 nF
C 22 = 47 nF
C 23 = im Bandfilter
C 24 = 22 pF
C 25 = im Bandfilter
C 26 = 47 nF
C 27 = 2 µF
C 28 = 47 nF
C 29 = 22 nF
C 30 = im Bandfilter
C 31 = 10 nF
C 32 = 10 nF
C 33 = 47 nF
C 34 = 2 µF
C 35 = 47 nF
C 36 = 10 µF
C 37 = 10 µF
C 38 = 50 µF
T 1 = BF 115 oder 2 SC 429
T 2 = BF 115 oder 2 SC 430
T 3 = BF 115 oder 2 SC 183
T 4 = BF 115 oder 2 SC 183
T 5 = BF 115 oder 2 SC 183
T 6 = BF 115 oder 2 SC 183
T 7 = 2 N 929 oder 2 N 2926

T 8 = 2 N 929 oder 2 SC 183
D 1 = BAY 17 Silizium-Diode
D 2 = Z 1,5 Zener-Diode
D 3 = BAY 17 Silizium-Diode
L 1 = 12 Wdg. 0,4 ⌀ CuL. auf Spulenkörper 5 mm ⌀
L 2 = 11 Wdg. 0,4 ⌀ CuL. auf Spulenkörper 5 mm ⌀
L 3 = 3 Wdg. 0,4 ⌀ CuL. über L 2 wickeln
L 4 = ZF-Bandfilter 1 (gelb)
L 5 = ZF-Bandfilter 2 (blau)
L 6 = ZF-Bandfilter 3 (gelb)
L 7 = ZF-Bandfilter 3 Auskoppelwicklung
L 8 = ZF-Bandfilter 4 (weiß)
L 9 = ZF-Bandfilter 5 (weiß)
L 10 = ZF-Bandfilter 5 Auskoppelwicklung
L 11 = ZF-Bandfilter 6 (blau)
L 12 = ZF-Bandfilter 6 Auskoppelwicklung
HF-Dr = HF-Drossel 15—30 µH
Qu = Quarz je nach Kanal
1 Stück Druckplatte FSU 4

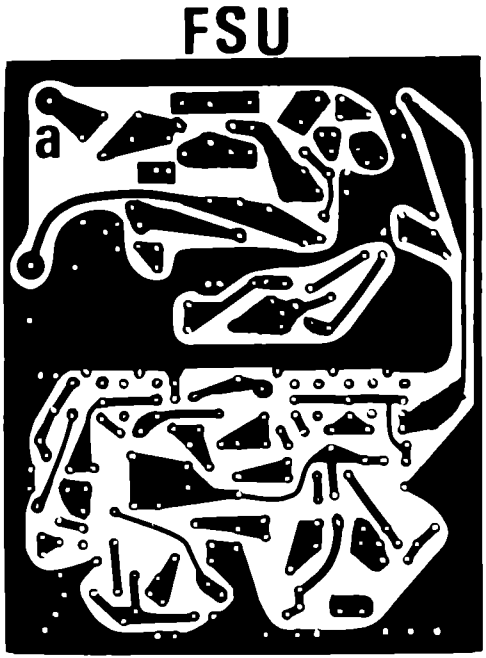


Bild 23 Druckplatte zum Fernsteuersuper FSU 4 im Maßstab 1:1.

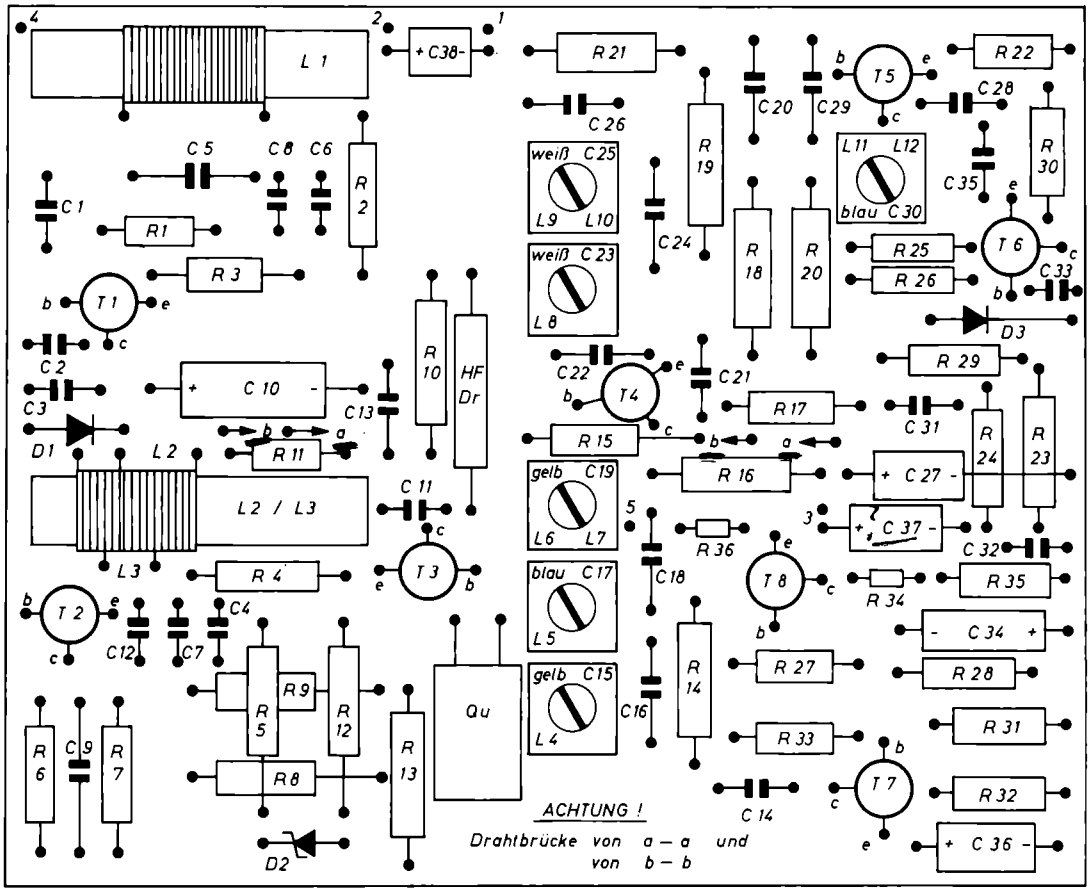


Bild 24
Bestückungs-
plan zum
Fernsteuer-
super FSU 4.

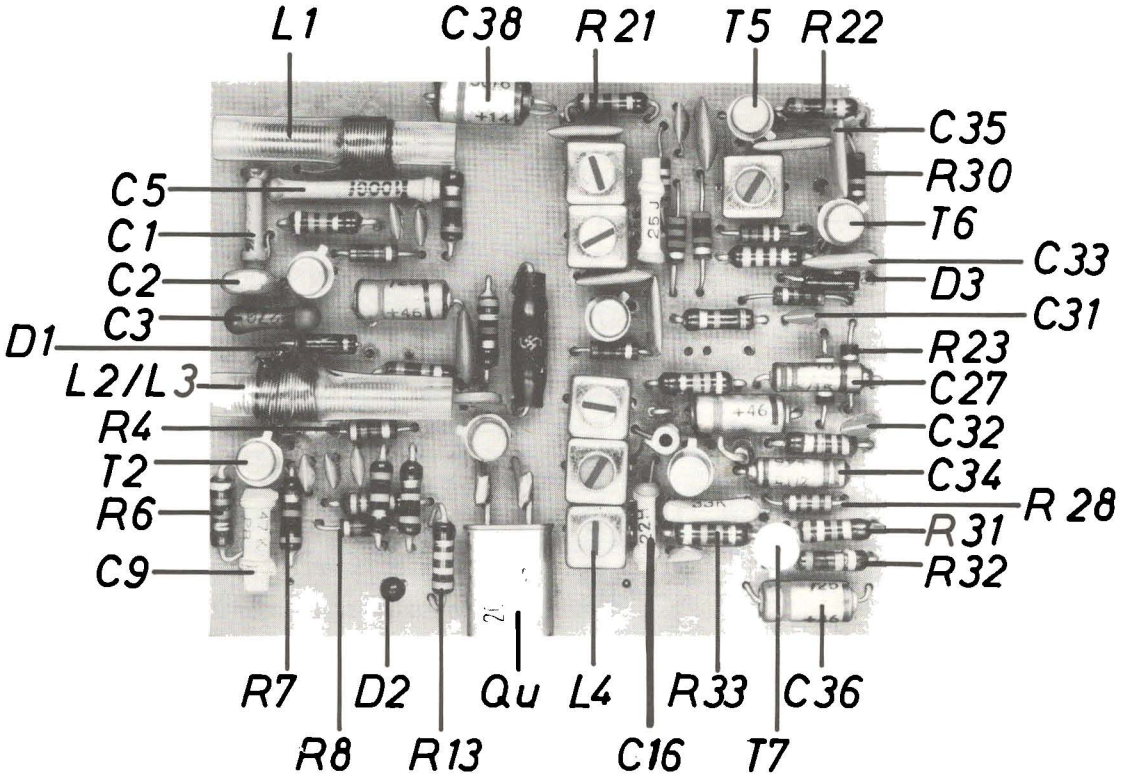


Bild 25 Blick auf die Druckplatte des fertig aufgebauten Fernsteuersupers FSU 4. Der Übersichtlichkeit halber wurden nicht alle Bauteile bezeichnet.

Quarzfrequenzen:

S = für Sender in MHz; E = für Empfänger in MHz
Grundig: ZF = 450 kHz; Reuter: ZF = 455 kHz

Die Sendefrequenzen liegen jeweils um die ZF höher als die Empfangsfrequenzen.
Grundig-Quarze sind für die Kanäle 2; 4; 7; 9; 12; 14; 17; 19; 22; 24; 27 und 30 lieferbar

Kanal	S	E Grundig	E Reuter
1	26,965	26,505	26,510
2	26,975	26,515	26,520
3	26,985	26,525	26,530
4	26,995	26,535	26,540
5	27,005	26,545	26,550
6	27,015	26,555	26,560
7	27,025	26,565	26,570
8	27,035	26,575	26,580
9	27,045	26,585	26,590
10	27,055	26,595	26,600
11	27,065	26,605	26,610
12	27,075	26,615	26,620
13	27,085	26,625	26,630
14	27,095	26,635	26,640
15	27,105	26,645	26,650
16	27,115	26,655	26,660

Kanal	S	E Grundig	E Reuter
17	27,125	26,665	26,670
18	27,135	26,675	26,680
19	27,145	26,685	26,690
20	27,155	26,695	26,700
21	27,165	26,705	26,710
22	27,175	26,715	26,720
23	27,185	26,725	26,730
24	27,195	26,735	26,740
25	27,205	26,745	26,750
26	27,215	26,755	26,760
27	27,225	26,765	26,770
28	27,235	26,775	26,780
29	27,245	26,785	26,790
30	27,255	26,795	26,800
31	27,265	26,805	26,810
32	27,275	26,815	26,820

Schaltstufe SST 1

Hierbei handelt es sich um eine Schaltstufe, bei der ein Spezial-Reedrelais verwendet wurde. Die Kontakte des Relais sind staubdicht in einem Gehäuse eingeschlossen, welches auch noch mit einem Edelgas gefüllt ist. Auch Feuchtigkeit kann somit nicht eindringen. Die Schaltstufe wird besonders da einzusetzen sein, wo es auf Betriebssicherheit ankommt. Selbstverständlich können auch mehrere solcher Schaltstufen zusammengeschaltet werden. Der Eingang 1 ist in diesem Fall an die NF-Sammelschiene zu legen. Der Ruhestrom der Schaltstufe liegt bei Ir = 0,1 mA. Bei Aussteuerung durch ein Tonsignal steigt der Strom auf I = 20 mA an. Zur Aussteuerung ist eine NF-Eingangsspannung von Ue = 0,6 Volt erforderlich.

Anschlüsse:

1 = NF-Steuerleitung
2 = + 6 V Betriebsspannung
3 = — 6 V Betriebsspannung
4 = Relais-Umschaltekontakt
5 = Relais-Arbeitskontakt
6 = Relais-Ruhekontakt

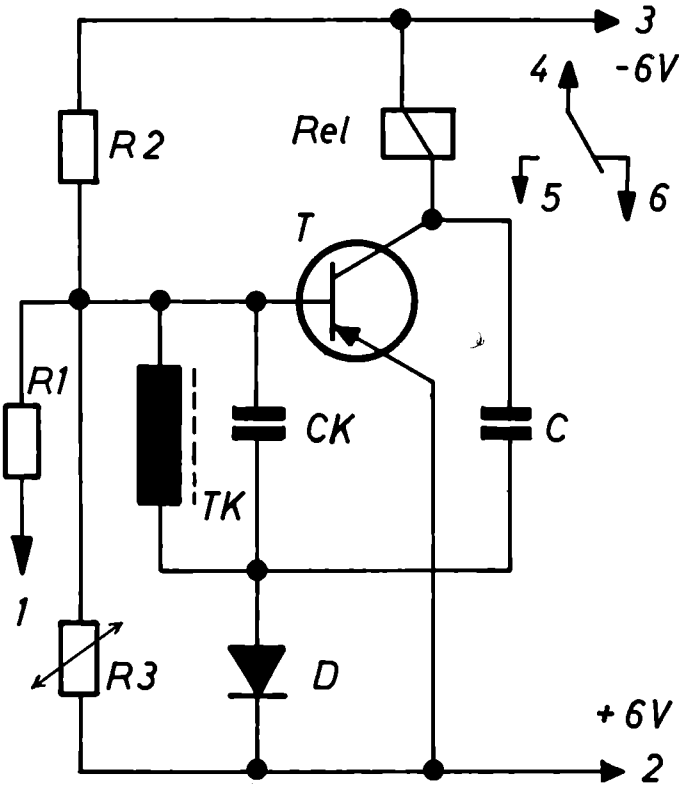


Bild 26 Schaltbild der Schaltstufe SST 1.

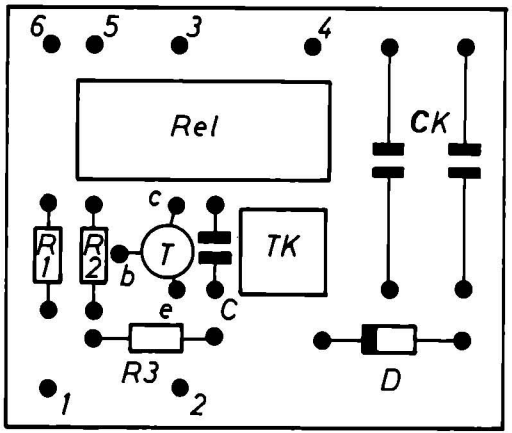


Bild 27 Bestückungsplan der Schaltstufe SST 1.

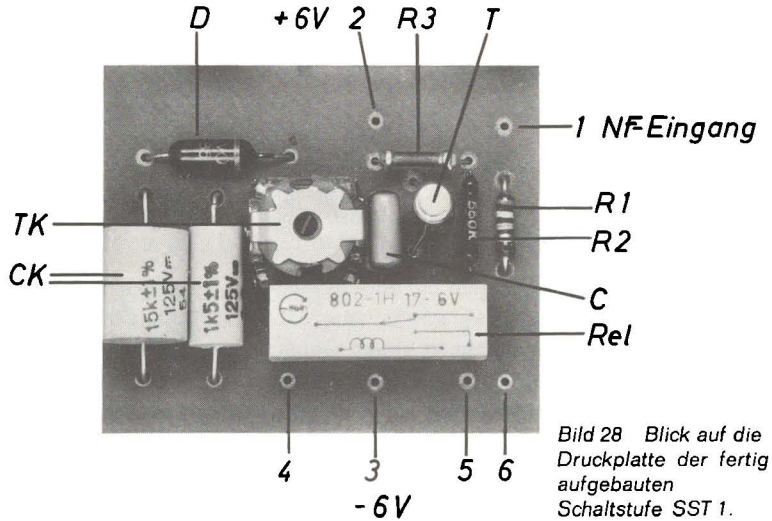


Bild 28 Blick auf die Druckplatte der fertig aufgebauten Schaltstufe SST 1.

Stückliste zur Schaltstufe SST 1

R 1	=	27 kOhm
R 2	=	560 kOhm
R 3	=	4,7 kOhm NTC
C	=	0,1 µF
CK	=	je nach Tonfreqenz (siehe Frequenztabelle)
T	=	AC 126
D	=	OA 85 oder OA 81
Rel	=	6-Volt-Relais Elfein-Reedrelais 802-1 H 17-6 V
TK	=	je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)

1 Stück Druckplatte SST 1

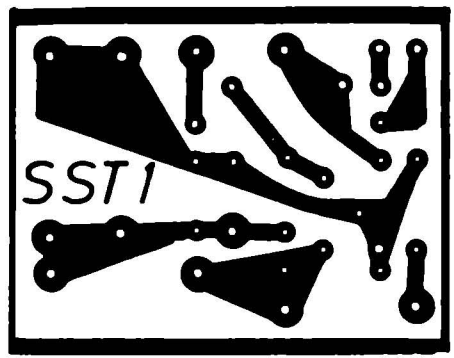


Bild 29 Druckplatte SST 1, Maßstab 1:1.

Schaltstufe SST 2

Auf einer Grundfläche von 80 x 53 mm ist eine relaislose Doppelschaltstufe untergebracht. Eine solche Schaltstufe unterscheidet sich von der nach Schaltung 6 dadurch, daß in der Kollektorzuleitung nicht ein Relais, sondern eine NF-Drossel, oder, wie in unserem Fall, ein Haufe-Miniaturübertrager T 112 liegt. Die nächste Stufe wird vom Emitter über die Leitung 3 bzw. 4 angesteuert, weshalb in die Emitterzuleitungen die Widerstände R 4 und R 5 eingebaut wurden. An diesen Widerständen tritt ein Spannungsabfall auf, der ausreicht, um die dort angeschlossene weitere Stufe aufzuschalten. Siehe dazu Schaltung 11 über den Anschluß eines Flip-Flop-Schalters an diese Schaltstufe. Die niederohmige Wicklung des Übertragers T 112 (grün-rot) wird nicht angeschlossen. Um einen genauen Abgleich durch die Kreiskondensatoren vornehmen zu können, sind für jeden Kanal zwei Kondensatoren CK vorgesehen. Es ist darauf zu achten, daß von Punkt 1 nach Punkt 1 eine Drahtverbindung zu legen ist. Vier solcher Platten können zu einer 8-Kanal-Anlage zusammengebaut werden. Es sind dann jeweils die NF-Eingänge (Punkte 1) miteinander zu verbinden.

In der Stückliste sind Wickeldaten für 8 Kanäle angegeben. Aus weiteren Tabellen können alle erforderlichen Daten entnommen werden.
Die an den Punkten 3 und 4 entstehende Schaltspannung beträgt: —0,7 V.

Anschlüsse:
1 = NF-Eingangsspannung Ue
2 = + Betriebsspannung Ub = + 6 Volt
3 = Steuerspannung von Schaltstufe 2
4 = Steuerspannung von Schaltstufe 1
5 = — Betriebsspannung Ub = — 6 Volt

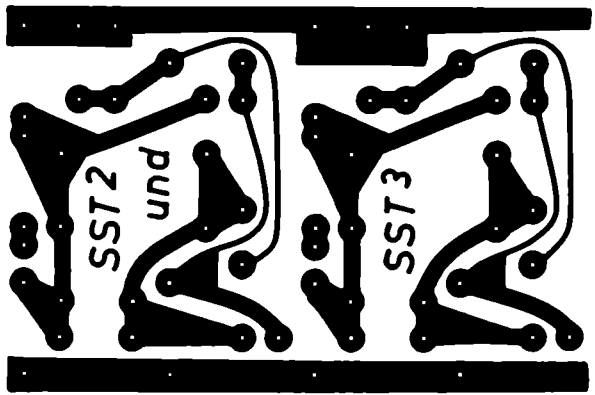


Bild 30 Druckplatte zur Schaltstufe SST 2 im Maßstab 1:1.

Stückliste zur Schaltstufe SST 2

R 1	= 22 kOhm
R 2	= 560 kOhm
R 3	= 4,7 kOhm NTC
R 4	= 270 Ohm
R 5	= 270 Ohm
R 6	= 4,7 kOhm NTC
R 7	= 560 kOhm
R 8	= 22 kOhm
C 1	= 0,1 µF
C 2	= 0,1 µF
CK 1	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
CK 2	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
T 1	= AC 126
T 2	= AC 126
D 1	= OA 85 oder OA 81
D 2	= OA 85 oder OA 81
Tr 1	= Haufe-Übertrager T 112
Tr 2	= Haufe-Übertrager T 112
TK 1	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
TK 2	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
	1 Stück Druckplatte SST 2

Frequenztabelle

Kanal 1 = 820 Hz	
Kanal 2 = 1200 Hz	Frequenzabstand K 1—K 2 = 350 Hz
Kanal 3 = 1800 Hz	Frequenzabstand K 2—K 3 = 600 Hz
Kanal 4 = 2600 Hz	Frequenzabstand K 3—K 4 = 800 Hz
Kanal 5 = 3500 Hz	Frequenzabstand K 4—K 5 = 900 Hz
Kanal 6 = 4600 Hz	Frequenzabstand K 5—K 6 = 900 Hz
Kanal 7 = 5700 Hz	Frequenzabstand K 6—K 7 = 1100 Hz
Kanal 8 = 6900 Hz	Frequenzabstand K 7—K 8 = 1200 Hz

Kreiskondensatoren CK für die Kanäle K 1 bis K 8

Die Kreiskondensatoren sind meist in zwei Werte aufgeteilt.

Kanal 1 = CK 1 =	47 nF + 22 nF	= zusammen: 69 nF
Kanal 2 = CK 2 =	33 nF + 8,2 nF	= zusammen: 41,2 nF
Kanal 3 = CK 3 =	15 nF + 4,7 nF	= zusammen: 19,7 nF
Kanal 4 = CK 4 =	10 nF + 2 nF	= zusammen: 12 nF
Kanal 5 = CK 5 =	10 nF	= zusammen: 10 nF
Kanal 6 = CK 6 =	8,2 nF + 3,3 nF	= zusammen: 11 nF
Kanal 7 = CK 7 =	5,6 nF + 470 pF	= zusammen: 6,1 nF
Kanal 8 = CK 8 =	4,7 nF + 470 pF	= zusammen: 5,2 nF

Die angegebenen Werte wurden im Mustergerät eingebaut. Beim Nachbau können kleine Unterschiede auftreten. Genauer Abgleich erfolgt mit dem Tongenerator. Als Tonkreiskondensatoren eignen sich besonders: EROMAK 1 Rollkondensatoren der Firma Roederstein oder KS-Kondensatoren 422 der Firma Valvo

Tonkreisspulen TK für die Kanäle K 1—K 8

Kanal 1 = n = 1200 Wdg. Draht: 0,07 ⌀ CuL.
L = 580 mH o. K. L = 650 mH m. K. = TK 1
Kanal 2 = n = 1000 Wdg. Draht: 0,07 ⌀ CuL.
L = 410 mH o. K. L = 450 mH m. K. = TK 2
Kanal 3 = n = 900 Wdg. Draht: 0,07 ⌀ CuL.
L = 330 mH o. K. L = 360 mH m. K. = TK 3
Kanal 4 = n = 800 Wdg. Draht: 0,07 ⌀ CuL.
L = 260 mH o. K. L = 290 mH m. K. = TK 4
Kanal 5 = n = 675 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
L = 180 mH o. K. L = 200 mH m. K. = TK 5
Kanal 6 = n = 600 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
L = 145 mH o. K. L = 158 mH m. K. = TK 6
Kanal 7 = n = 550 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
L = 125 mH o. K. L = 135 mH m. K. = TK 7
Kanal 8 = n = 500 Wdg. Draht: 0,1 ⌀ CuL.
L = 100 mH o. K. L = 111 mH m. K. = TK 8

n = Windungen Kupferlackdraht auf Spulenkörper
L = Induktivität, gemessen mit Induktivitätsmeßgerät

Die Wickeldaten für die Tonkreisspulen TK gelten für die im Mustergerät verwendeten Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 400 ± 3 % 2000 N 28 mit Luftspalt und Abgleichkern. Bestellbezeichnungen für die einzelnen Teile zu diesen Schalenkernen:

Siferrit-Schalenkern:	B 65541-K 0400-A 028
Spulenkörper:	B 65542-A 0000-M 001
Bügelhalterung:	B 65545-A 0003-X 000
Abgleichschraube mit Kern	B 65549-A 0004-X 023 schwarz für AL 400
Gewindeflansch für Abgleich	B 65549-J 0002-X 000

Die Tonkreisspulen werden an den Anschlußpunkten 1 und 4 der Bügelhalterung angelötet.
Abmessungen der Schalenkerne: 14 mm ⌀, 8 mm hoch.
Soll die Schaltstufe SST 2 als Ausführung SST 2a gebaut werden, so benötigen wir anstatt der Haufe-Übertrager T 112 (Tr 1 und Tr 2) zwei Niederfrequenzdrosseln NF-Dr 1 und NF-Dr 2. Sie werden auf einen gleichen Siemens-Siferrit-Schalenkern gewickelt, wie die Tonkreise TK. Dazu sind die gleichen Teile erforderlich, wie für einen Tonkreis.
n = 1600 Wdg. Draht: 0,06 ⌀ CuL.
L = 1 H = 1000 mH o. K.
Die Anschlüsse erfolgen an den Anschlußpunkten 3 und 4.
Da es sich beim Wickeln von Tonkreisen und NF-Drosseln um sehr dünnen Kupferlackdraht handelt, (0,06 und 0,07 mm ⌀), muß man sehr vorsichtig zu Werke gehen. Eventuell läßt man sich die Spulen für die erforderlichen Tonkreise in einer Wickelei nach den hier gemachten Angaben anfertigen. Selbstverständlich ist es auch möglich, fertige Tonkreise der Firma R. Reuter zu verwenden. Die fertigen Schalenkerne werden in diesem Fall mit UHU-plus auf die Druckplatte angeklebt und die Anschlüsse dem Schaltbild entsprechend verdrahtet.

Wickeldaten für Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 400 2000 N 28

n = Windungen, L = Induktivität, CuL. = Kupferlackdraht ⌀

L =	10 mH	n =	156 Wdg.	0,15 ⌀	n =	100 Wdg.	0,15 CuL	L = 3,5 mH
L =	20 mH	n =	222 Wdg.	0,15 ⌀	n =	150 Wdg.	0,15 CuL	L = 9,5 mH
L =	30 mH	n =	278 Wdg.	0,1 ⌀	n =	200 Wdg.	0,15 CuL	L = 16,5 mH
L =	40 mH	n =	322 Wdg.	0,1 ⌀	n =	250 Wdg.	0,1 CuL	L = 24,5 mH
L =	50 mH	n =	360 Wdg.	0,1 ⌀	n =	300 Wdg.	0,1 CuL	L = 35 mH
L =	60 mH	n =	392 Wdg.	0,1 ⌀	n =	350 Wdg.	0,1 CuL	L = 47 mH
L =	70 mH	n =	422 Wdg.	0,1 ⌀	n =	400 Wdg.	0,1 CuL	L = 63 mH
L =	80 mH	n =	448 Wdg.	0,1 ⌀	n =	450 Wdg.	0,1 CuL	L = 81 mH
L =	90 mH	n =	476 Wdg.	0,1 ⌀	n =	500 Wdg.	0,1 CuL	L = 100 mH
L =	100 mH	n =	500 Wdg.	0,1 ⌀	n =	550 Wdg.	0,1 CuL	L = 120 mH
L =	150 mH	n =	616 Wdg.	0,1 ⌀	n =	600 Wdg.	0,1 CuL	L = 145 mH
L =	200 mH	n =	718 Wdg.	0,07 ⌀	n =	650 Wdg.	0,1 CuL	L = 172 mH
L =	250 mH	n =	808 Wdg.	0,07 ⌀	n =	700 Wdg.	0,07 CuL	L = 192 mH
L =	300 mH	n =	874 Wdg.	0,07 ⌀	n =	750 Wdg.	0,07 CuL	L = 216 mH
L =	350 mH	n =	930 Wdg.	0,07 ⌀	n =	800 Wdg.	0,07 CuL	L = 245 mH
L =	400 mH	n =	988 Wdg.	0,07 ⌀	n =	850 Wdg.	0,07 CuL	L = 280 mH
L =	450 mH	n =	1050 Wdg.	0,07 ⌀	n =	900 Wdg.	0,07 CuL	L = 325 mH
L =	500 mH	n =	1130 Wdg.	0,07 ⌀	n =	950 Wdg.	0,07 CuL	L = 366 mH
L =	600 mH	n =	1230 Wdg.	0,07 ⌀	n =	1000 Wdg.	0,07 CuL	L = 410 mH
L =	700 mH	n =	1320 Wdg.	0,07 ⌀	n =	1050 Wdg.	0,07 CuL	L = 445 mH
L =	800 mH	n =	1413 Wdg.	0,06 ⌀	n =	1100 Wdg.	0,07 CuL	L = 490 mH
L =	900 mH	n =	1505 Wdg.	0,06 ⌀	n =	1150 Wdg.	0,07 CuL	L = 533 mH
L =	1000 mH	n =	1600 Wdg.	0,06 ⌀	n =	1200 Wdg.	0,07 CuL	L = 580 mH
					n =	1250 Wdg.	0,07 CuL	L = 615 mH
					n =	1300 Wdg.	0,07 CuL	L = 670 mH
					n =	1350 Wdg.	0,06 CuL	L = 730 mH
					n =	1400 Wdg.	0,06 CuL	L = 780 mH
					n =	1450 Wdg.	0,06 CuL	L = 840 mH
					n =	1500 Wdg.	0,06 CuL	L = 890 mH
					n =	1550 Wdg.	0,06 CuL	L = 945 mH
					n =	1600 Wdg.	0,06 CuL	L = 1000 mH

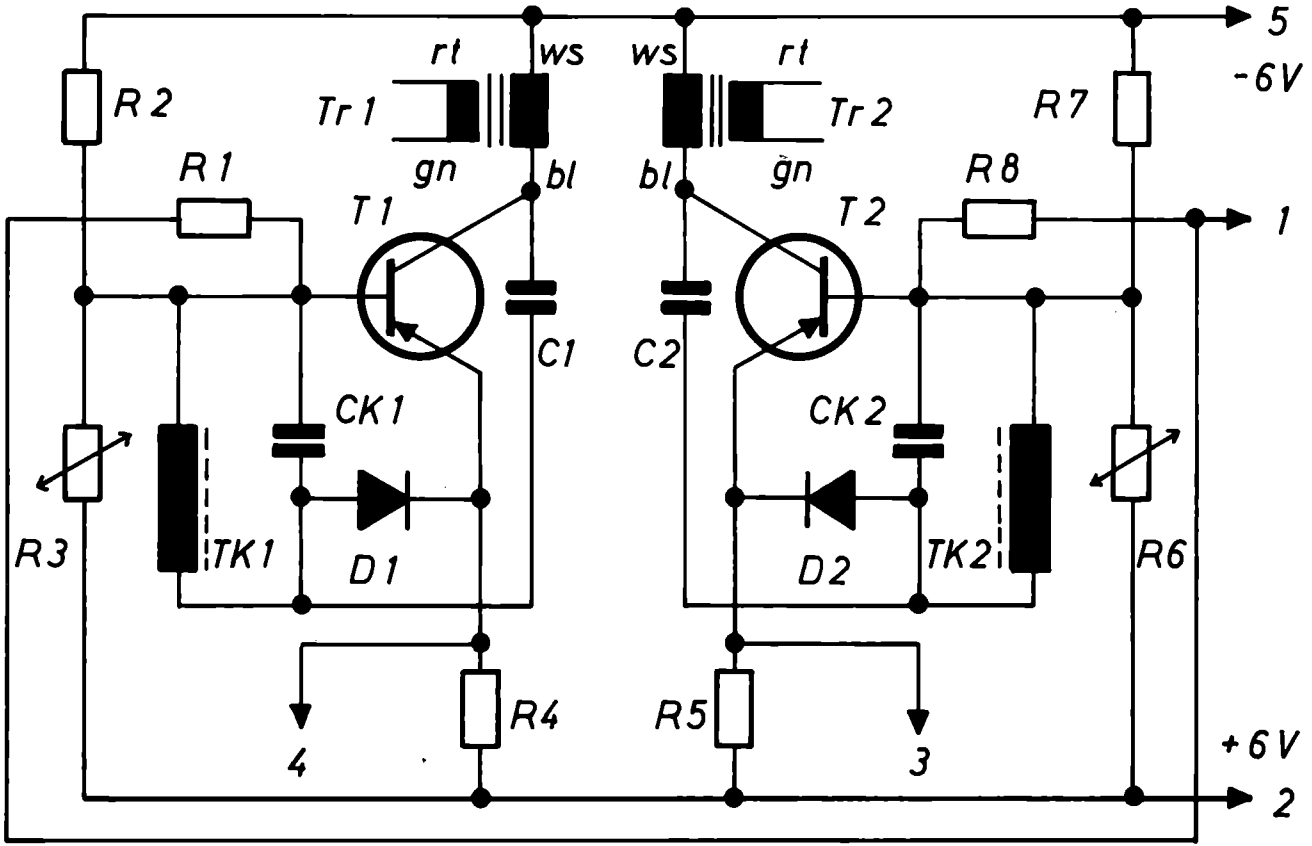


Bild 31 Schaltbild der Schaltstufe SST 2.

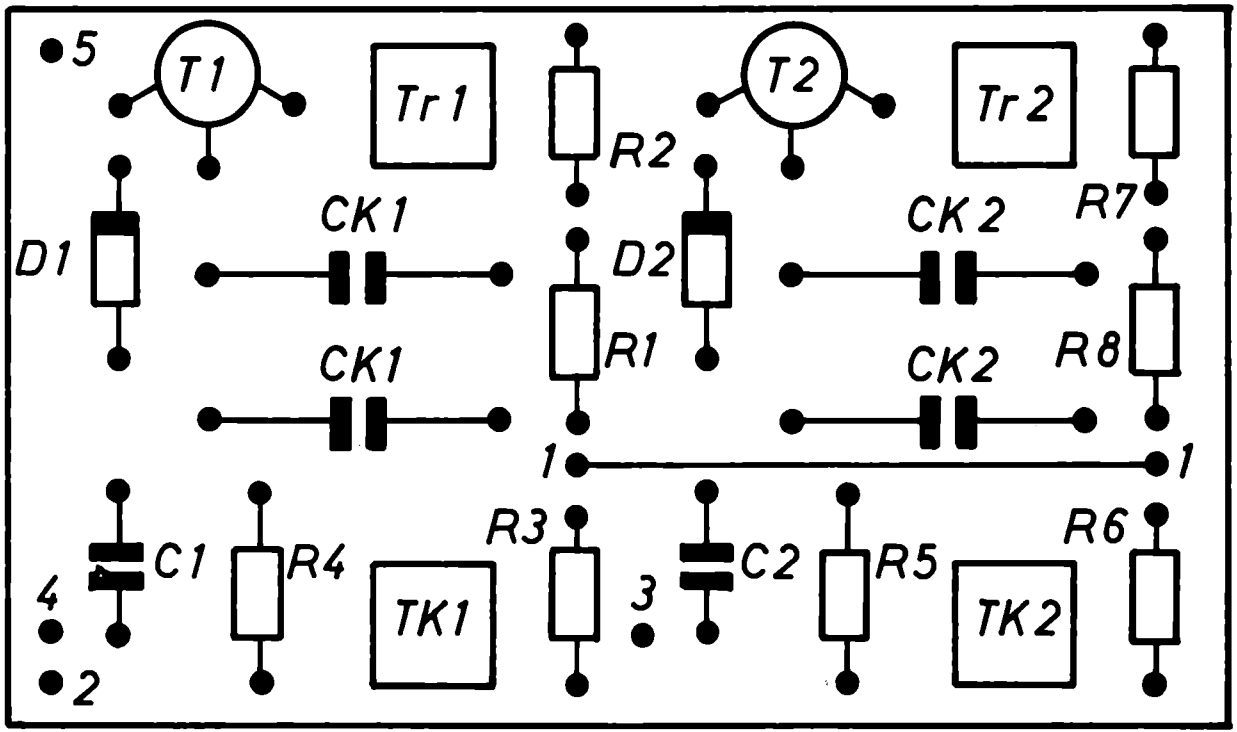


Bild 32 Bestückungsplan der Schaltstufe SST 2.

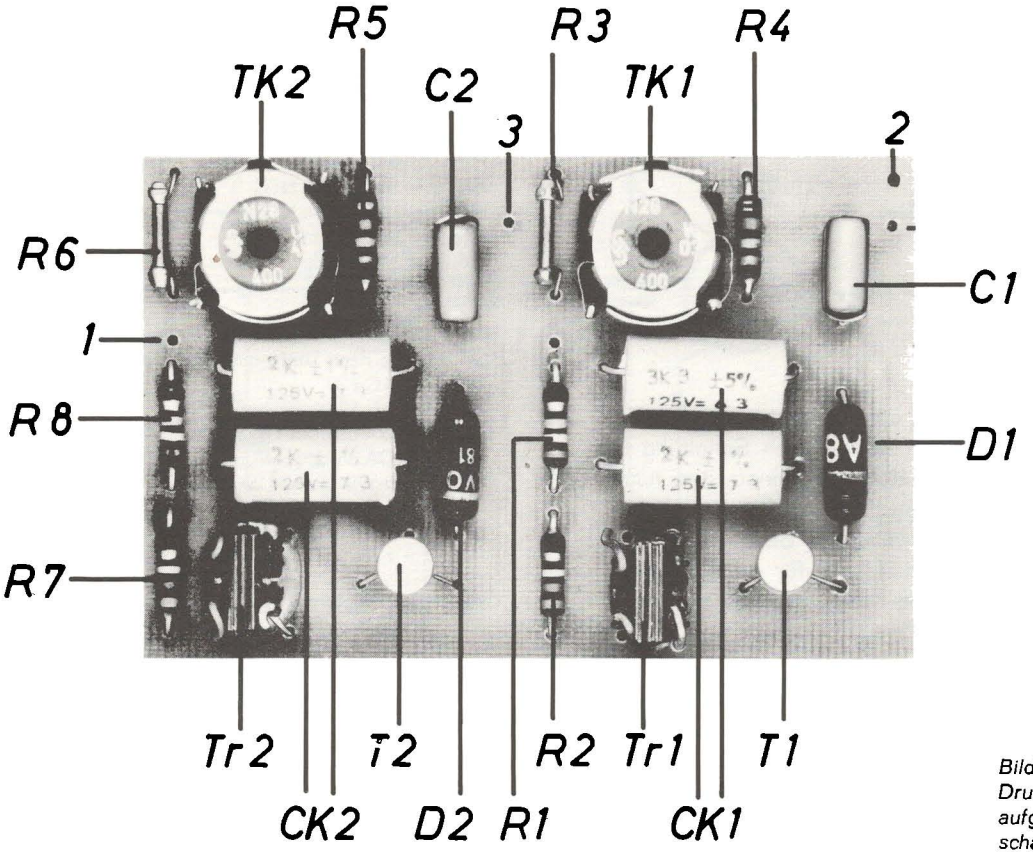


Bild 33 Blick auf die Druckplatte der fertig aufgebauten Doppelschaltstufe SST 2.

Schaltstufe SST 3

Hierbei handelt es sich um eine Doppelschaltstufe mit auf die Platte aufgebauten Relais nach Schaltung 6. Die Grundplatte selbst entspricht genau der nach Schaltung 7. Auf den Einbau der Drahtbrücken ist besonders zu achten. Siehe dazu den Bestückungsplan und das Bild 37. Die Wickeldaten für die Tonkreise wurden schon bei Schaltung 7 angeführt, sie sind auch für diese Schaltung maßgebend.

Anschlüsse:
1 = NF-Eingangsspannung Ue
3 = + Betriebsspannung Ub = + 6 V
3 = — Betriebsspannung Ub = — 6 V

Stückliste der Schaltstufe SST 3

R 1	= 22 kOhm
R 2	= 560 kOhm
R 3	= 4,7 kOhm NTC
R 4	= 4,7 kOhm NTC
R 5	= 560 kOhm
R 6	= 22 kOhm
C 1	= 0,1 µF
C 2	= 0,1 µF
CK 1	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
CK 2	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
T 1	= AC 126
T 2	= AC 126
D 1	= OA 85 oder OA 81
D 2	= OA 85 oder OA 81
Rel 1	= 6-Volt Relais, 200—300 Ohm, z. B. KACO RA 1931/9 1xu
Rel 2	= 6-Volt Relais, 200—300 Ohm, z. B. KACO RA 1931/9 1xu
TK 1	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
TK 2	= je nach Tonfrequenz (siehe Frequenztabelle)
	1 Stück Druckplatte SST 3

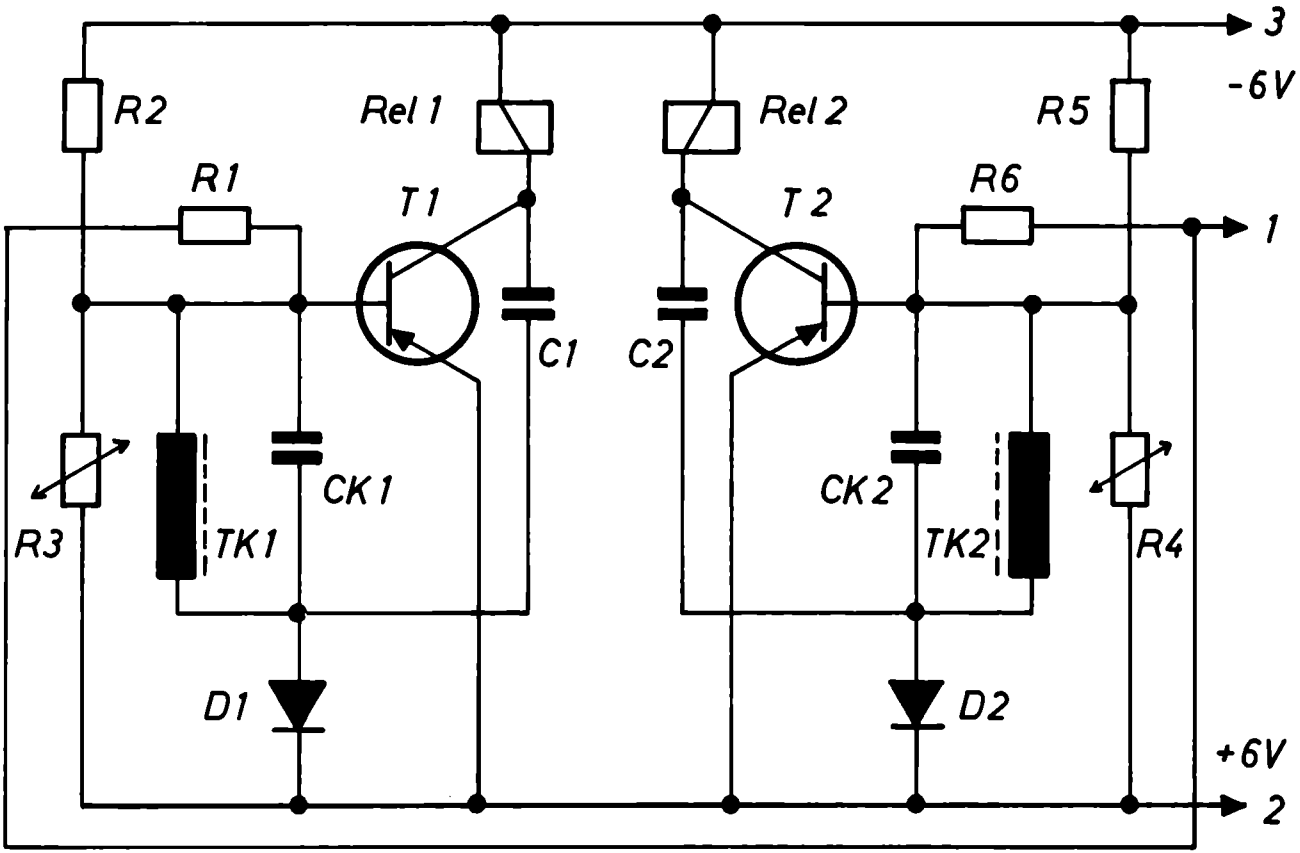
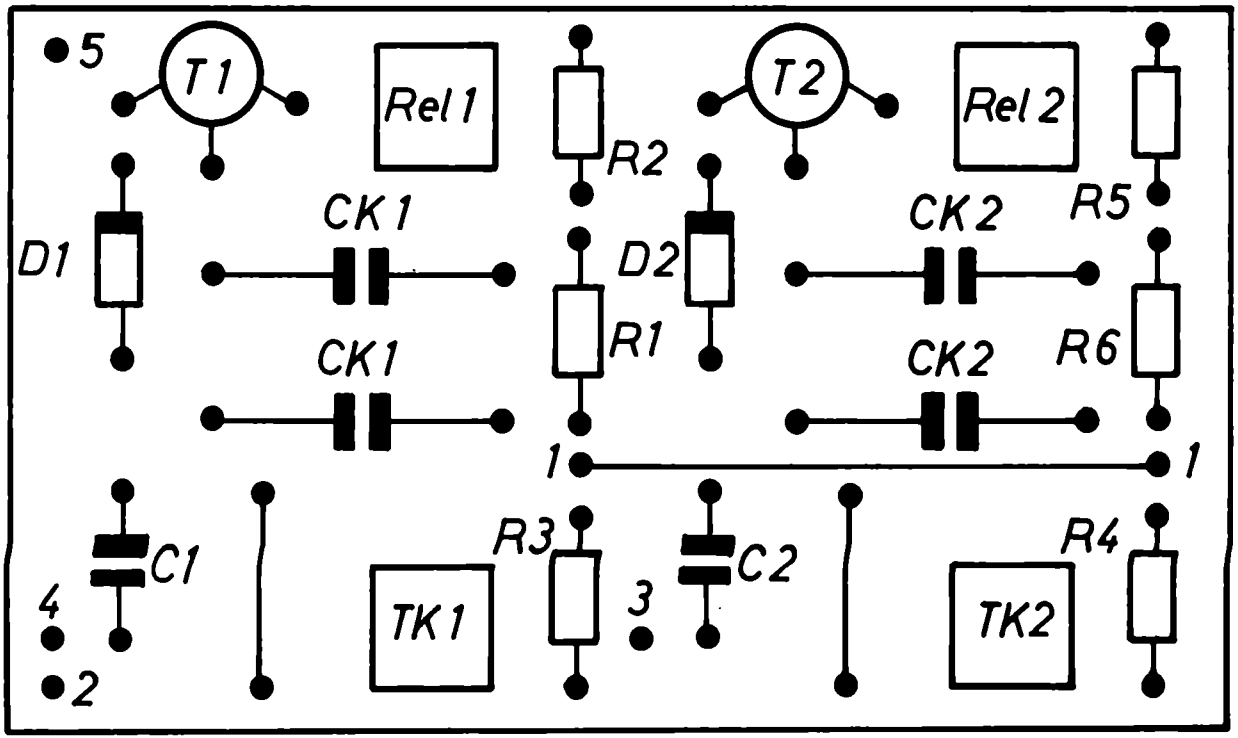


Bild 34 Schaltbild der Schaltstufe SST 3.



58 *Bild 35 Bestückungsplan der Schaltstufe SST 3.*

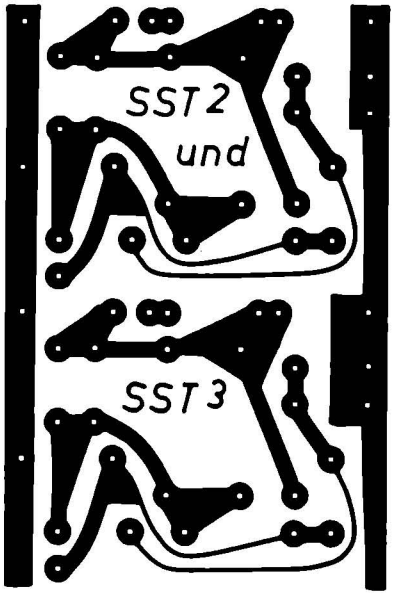


Bild 36 Druckplatte zur Schaltstufe SST 3 im Maßstab 1:1.

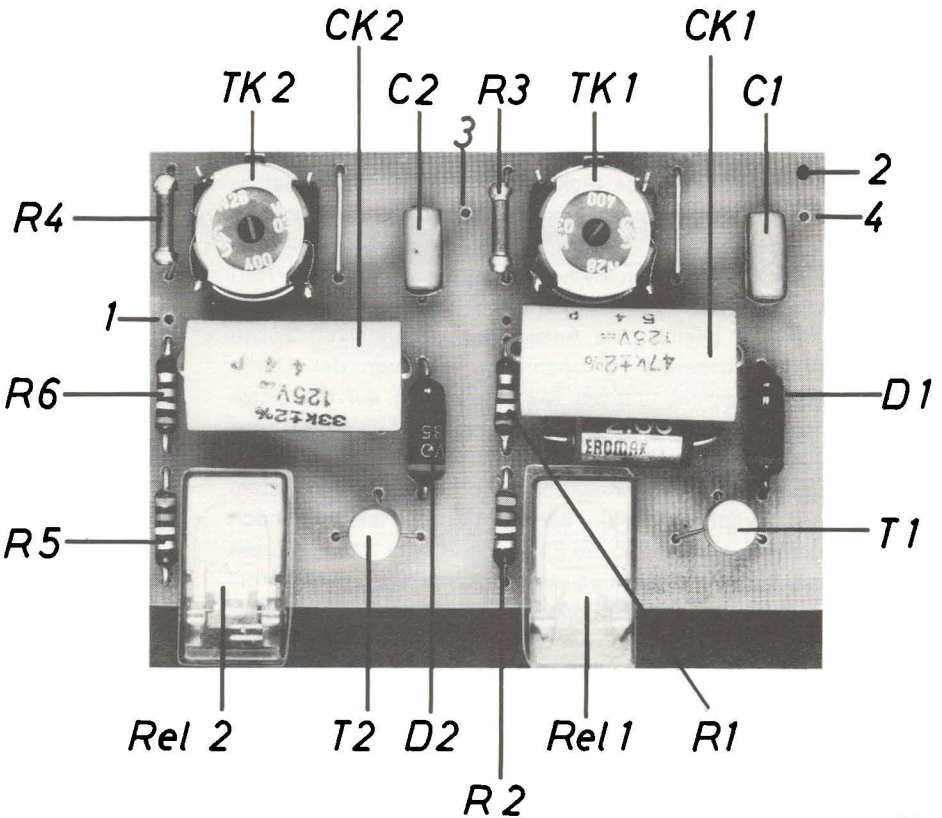


Bild 37 Blick auf die Druckplatte der fertig aufgebauten Doppelschaltstufe SST 3.

Schaltung 9

Schaltstufe SST 4

Die Schaltung der hier gezeigten Doppelschaltstufe weicht von den bisherigen wesentlich ab. Der Tonkreis TK, der in der Emitterleitung liegt und der Kreiskondensator CK liegen in Reihe und bilden somit einen Reihenresonanzkreis. Parallel dazu liegt das Relais. Der Tonkreis besitzt eine Anzapfung bei Anschluß 2. Die dort auftretende NF-Spannung wird von der Diode gleichgerichtet und als Minusspannung auf die Basis des Transistors gegeben, der dadurch geöffnet wird und Strom durch das Relais fließen läßt. Diese Schaltung kommt ohne Rückkopplung aus und ist trotzdem sehr empfindlich. Ein weiterer Vorteil ist auch noch darin zu sehen, daß die Eingänge Punkte 3 und 4 direkt miteinander verbunden werden können, ohne daß Vorwiderstände zum Entkoppeln der einzelnen Stufen voneinander erforderlich werden, so wie es bei allen vorher besprochenen Schaltstufenschaltungen unbedingt erforderlich war.
Diese Schaltung spricht schon bei einer Eingangsspannung von 0,2 Volt NF an. Der Gesamtstrom richtet sich nach den zur Verwendung kommenden Relais und liegt bei 17—18 mA.

Selbstverständlich können auch von diesen Druckplatten mehrere zu einer Mehrkanalanlage zusammengebaut werden. In der Stückliste sind Wickeldaten für vier Kanäle angegeben. Die Eingänge 3 und 4 sind jeweils zusammenzuschalten und mit dem Empfängerausgang zu verbinden.

Anschlüsse:
1 = — Betriebsspannung Ub = — 6 V
2 = + Betriebsspannung Ub = + 6 V
3 = NF-Eingang Schaltstufe 1
4 = NF-Eingang Schaltstufe 2

Stückliste zur Schaltstufe SST 4

R 1 = 220 kOhm
R 2 = 4,7 kOhm NTC
R 3 = 220 kOhm
R 4 = 4,7 kOhm NTC
C 1 = 0,1 µF
C 2 = 0,1 µF
CK 1 = je nach Tonfrequenz (siehe unten!)
CK 2 = je nach Tonfrequenz (siehe unten!)
T 1 = AC 126
T 2 = AC 126
D 1 = OA 85 oder OA 81
D 2 = OA 85 oder OA 81
TK 1 = je nach Tonfrequenz (siehe unten!)
TK 2 = je nach Tonfrequenz (siehe unten!)

1 Stück Druckplatte SST 4

Kondensatorenwerte und Wickeldaten für eine 4-Kanal-Anlage: Es wurden die Frequenzen der Kanäle K 2, K 3, K 5 und K 6 gewählt.
1.) Kanal 2 f = 1200 Hz
2.) Kanal 3 f = 1800 Hz
3.) Kanal 5 f = 3500 Hz
4.) Kanal 6 f = 4600 Hz

CK 1 = 47 nF + 22 nF für f = 1200 Hz
CK 2 = 33 nF + 5,6 nF für f = 1800 Hz
CK 3 = 10 nF + 3,3 nF für f =.3500 Hz
CK 4 = 15 nF für f = 4600 Hz

Tonkreise TK auf Siemens-Siferrit-Schalenkerne AL 1800 1100 N 22 o. L. 18 ⌀ x 14 wickeln

Schalenkerne: B 65 561-A 0000-R 022
Spulenkörper: B 65 562-A 0000-M 001
Bügelhalterung: B 65 563-A 0001-X 000

Wickeldaten:

TK 1 = 1—2 n = 350 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
2—3 n = 50 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
L 1—3 = 240 mH
TK 2 = 1—2 n = 290 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
2—3 n = 50 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
L 1—3 = 215 mH
TK 3 = 1—2 n = 240 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
2—3 n = 50 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
L 1—3 = 150 mH
TK 4 = 1—2 n = 210 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
2—3 n = 50 Wdg. Draht: 0,2 ⌀ CuL.
L 1—3 = 85 mH

Rel 1 = 6-Volt-Relais, 200—300 Ohm, z. B. KACO RA 1931/9 1xu
Rel 2 = 6-Volt-Relais, 200—300 Ohm, z. B. KACO RA 1931/9 1xu

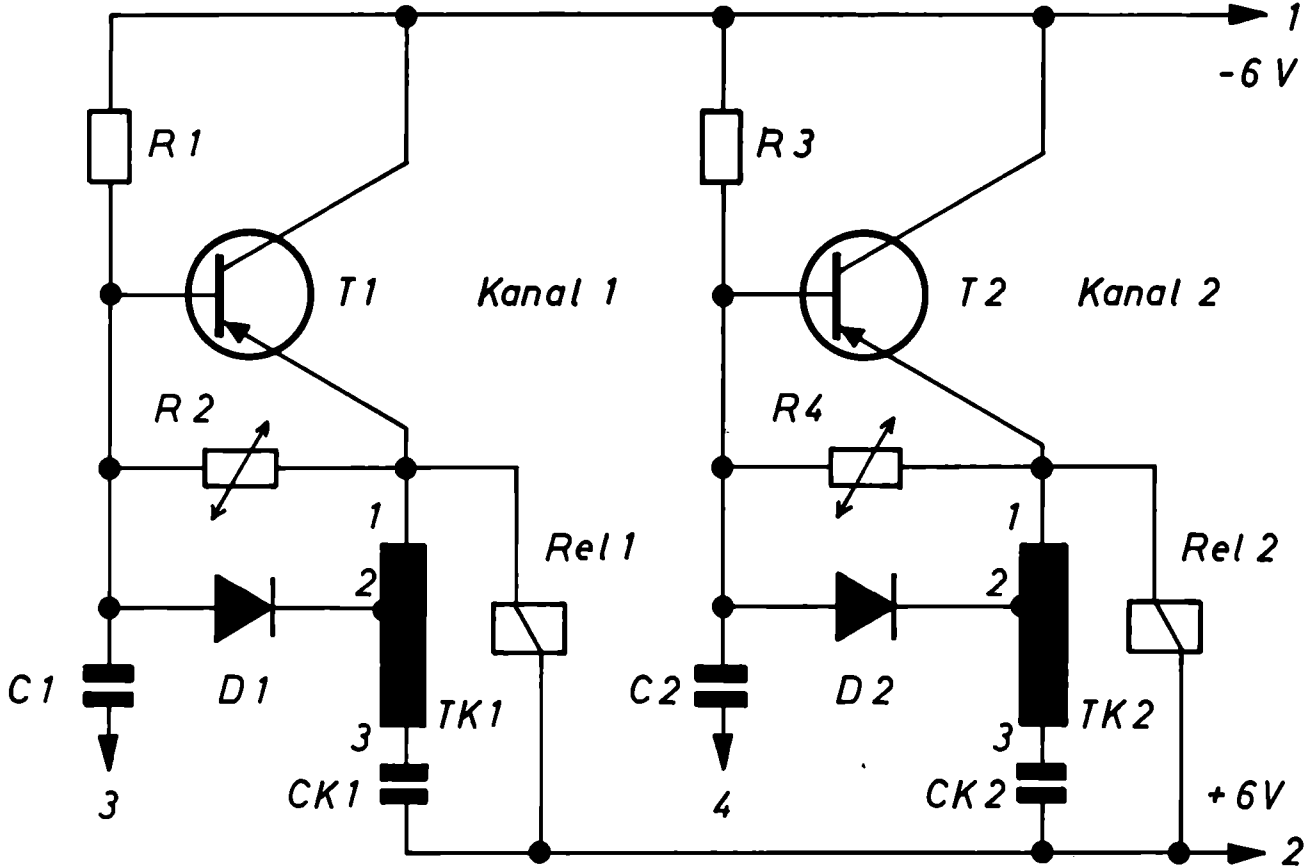
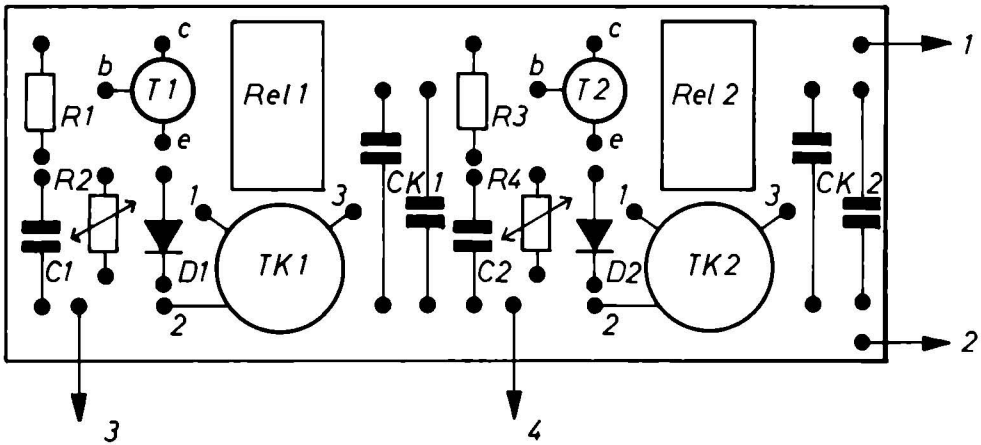


Bild 38 Schaltbild der Schaltstufe SST 4.



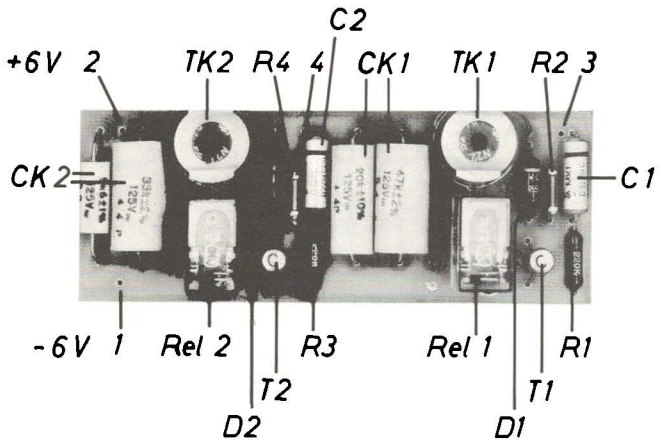
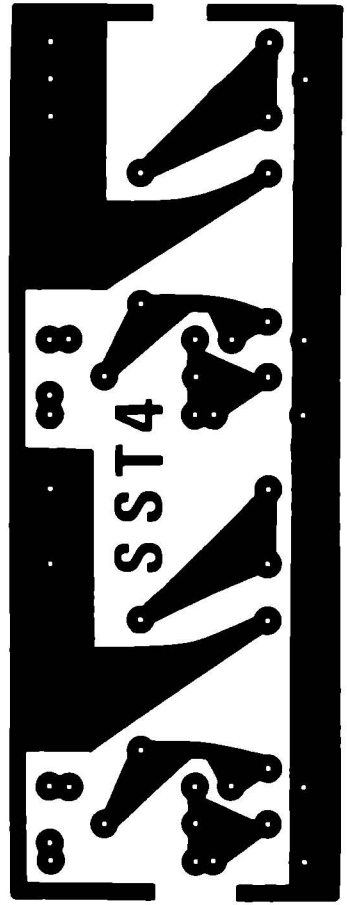


Bild 39 Bestückungsplan zur Schaltstufe SST 4.

Bild 40 Blick auf die Druckplatte der fertig aufgebauten Doppelschaltstufe SST 4.

Bild 41 Druckplatte zur Schaltstufe SST 4 im Maßstab 1:1.



Brückenschaltstufe BST 2

Soll z. B. eine Rudermaschine über zwei Kanäle gesteuert werden, dann nimmt man eine Doppelschaltstufe mit Relais und steuert den Rudermotor über die beiden Relais. Das gleiche kann man jedoch auch relaislos machen, wenn wir die Schaltstufe SST 2 als Steuerstufe vorschalten. Unsere Brückenschaltstufe BST 2 wird an die Schaltstufe SST 2 derart angeschlossen, daß die Ausgänge 3 und 4 der Schaltstufe SST 2 mit den Eingängen 5 und 6 der Brückenschaltstufe BST 2 verbunden werden. Der Rudermotor oder die Rudermaschine wird mit den Anschlußpunkten 3 und 4 der Brückenschaltstufe verbunden.
Je nachdem welcher Kanal gerade getastet wird, läuft der Motor in die eine oder in die andere Richtung. Gesteuert wird er durch die zu einer Brückenschaltung zusammengeschlossenen Transistoren T 1 bis T 4. Da die meisten handelsüblichen Rudermaschinen, wie die Bellamatic oder die Servoautomatic mit einer Betriebsspannung von nur 2 Volt arbeiten, darf die Betriebsspannung dieser Schaltung auch nur 2 Volt betragen. Ein Rulag-Akku RZ 2 eignet sich hierfür ausgezeichnet.
Punkt 2 (+ 2 Volt) muß bei der Zusammenschaltung mit der Schaltstufe SST 2 ebenfalls mit Punkt 2 (+ 6 Volt) verbunden werden.
Die Druckplatte BST 2 ist gleich für zwei solche Brükkenschaltstufen ausgelegt. Will man nur eine verwenden, sägt man die Platte in der Mitte durch.

Anschlüsse:
1 = — Betriebsspannung Ub = — 2 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = + 2 Volt
3 = Pol 1 von Rudermotor
4 = Pol 2 von Rudermotor
5 = Eingang 1
6 = Eingang 2

Stückliste zur Brückenschaltstufe BST 2

R 1	= 10 Ohm
R 2	= 10 Ohm
R 3	= 82 Ohm
R 4	= 82 Ohm
T 1	= AC 128 pnp-Transistor
T 2	= AC 128 pnp-Transistor
T 3	= AC 127 npn-Transistor
T 4	= AC 127 npn-Transistor
	1 Stück Druckplatte BST 2

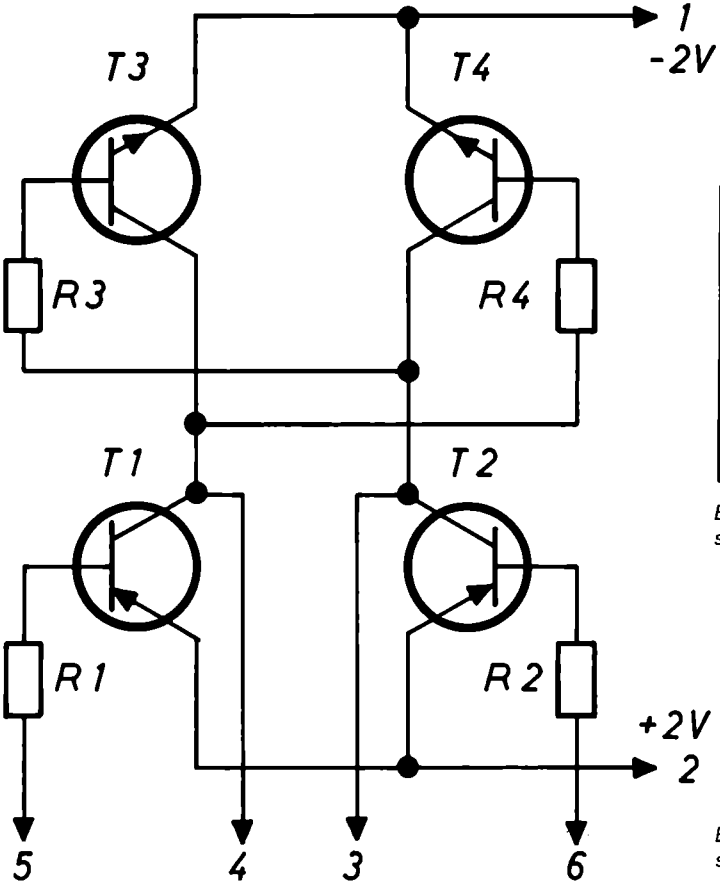


Bild 42 Schaltbild der Brückenschaltstufe BST 2.

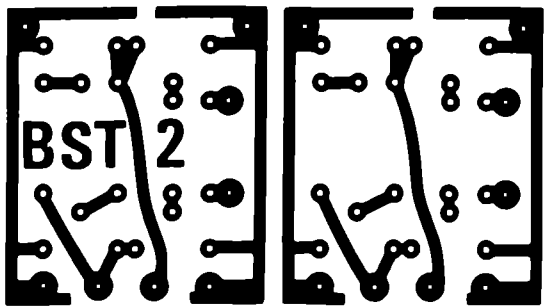


Bild 43 Druckplatte zur Brückenschaltstufe BST 2 im Maßstab 1:1.

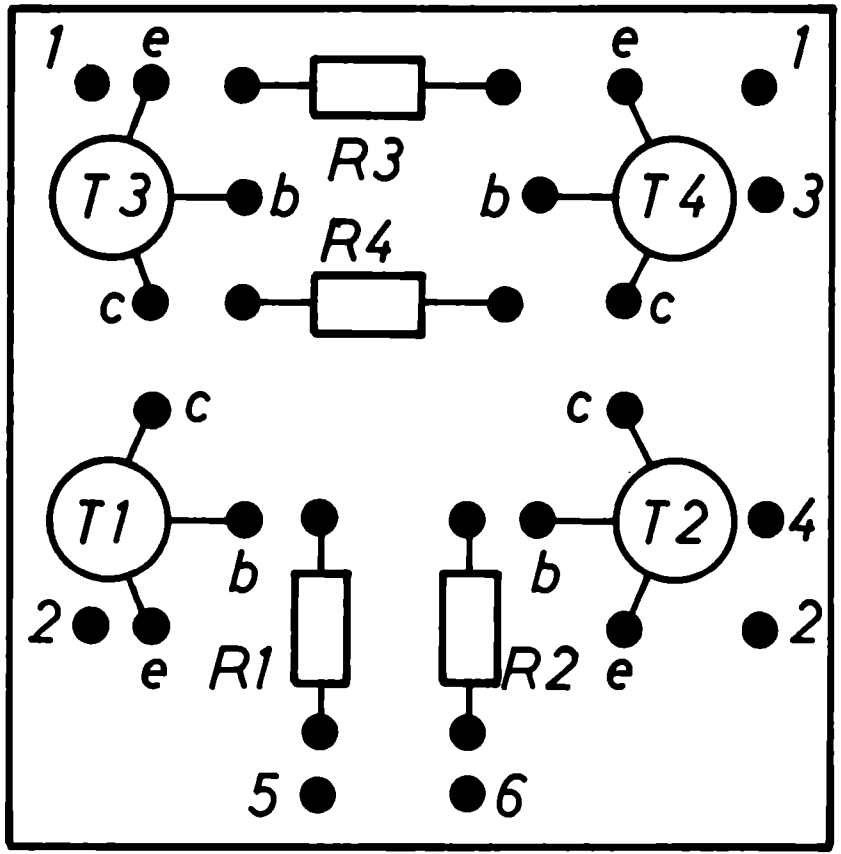


Bild 44 Bestückungsplan der Brückenschaltstufe BST 2.

Flip-Flop-Schalter FFS 1

Will man z. B. bei einem Schiffsmodell einen Motor ein- und wieder ausschalten, so benötigt man dazu 2 Fernsteuerkanäle, es sei denn, man verwendet eines der vom Fachhandel angebotenen Schaltgetriebe, die über einen Kanal den Motor ein-, aus-, rückwärts und wieder ausschalten. Hierbei muß man jedoch in Kauf nehmen, daß man es immer mit Folgekommandos zu tun hat. Das heißt, schaltet man den Motor mit dem 1. Impuls ein und mit dem 2. Impuls wieder aus, daß der Motor jetzt mit dem 3. Impuls immer erst auf rückwärts geschaltet wird. Will man also ohne über das Rückwärtskommando gleich wieder vorausfahren, muß man 3 mal tasten, nämlich: „rückwärts", „aus" und „vorwärts". Das ist oft umständlich und zeitraubend, ganz abgesehen davon, daß man oft vergessen hat, welches Kommando nun eigentlich vom Boot ausgeführt wird, wenn der Motor ausgeschaltet ist. Es kann ja beim nächsten Impuls vorausfahren, oder aber es folgt gerade das Rückwärtskommando.

Unser Flip-Flop-Schalter ist ein elektronischer Schalter der nur zwei Zustände kennt. **„Ein"** oder **„Aus".** In der Praxis sieht das so aus, daß der Motor bei einem Impuls ein- und beim nächsten Impuls wieder ausgeschaltet wird. Es liegen klare Verhältnisse vor. Soll dieser Motor oder auch irgend ein anderer Verbraucher über eine Fernsteueranlage eingeschaltet werden, so benötigt man dazu nur einen Kanal. Mit dem gleichen Tonsignal wird die Maschine beim ersten Tastendruck eingeschaltet und beim nächsten Tonsignal fällt das Relais wieder ab, und der Motor bleibt stehen. Und so geht es immer weiter: „EIN" — „AUS" — „EIN" — „AUS" usw. Unser Schalter ist mit einem Stromstoßrelais zu vergleichen, wie es z. B. bei der Märklin-Modelleisenbahn noch verwendet wird.

Zur Schaltung des Flip-Flop-Schalters ist folgendes zu sagen. Vom Transistor T 1 wird der eigentliche Schalttransistor T 3 gesteuert. Ist T 1 leitend, so wird auch T 3 durchgeschaltet und das im Emitter liegende Relais Rel zieht an. Beim nächsten Impuls springt die Schaltung um und der Transistor T 2 wird leitend, der Transistor T 1 wird gesperrt und somit bleibt auch der Transistor T 3 gesperrt. Das Relais fällt ab. Der Steuerimpuls erfolgt von der Steuerleitung 1 aus. Wird Punkt 1 an +6 Volt gelegt, also im Schaltbild an den Punkt 2, so

erhält die Schaltung ihren Umkippimpuls. Wir können zwischen diese beiden Punkte einen Tastschalter legen und immer wenn wir einmal drücken, zieht das Relais an und bleibt solange angezogen, bis wir ein zweites Mal drücken usw.
Selbstverständlich können wir nun auch mehrere solcher Flip-Flop-Schalter FFS 1 hintereinanderschalten. Der eine Schalter steuert dann den anderen (dazu Bild 49: Verdrahtung der Baustufen).
Bild 49a zeigt die schon besprochene Version mit dem Tastschalter S. Immer wenn S getastet wird, zieht das Relais Rel an. Beim nächsten Tasten fällt es wieder ab.
Bei 49b wird der Schalter S durch einen Schalttransistor TS ersetzt. Wird er leitend gemacht, so überbrückt er ebenfalls die Punkte 1 und 2 und die Schaltung erhält einen Stromimpuls. Dabei ist es gleichgültig, von welcher Dauer diese Steuersignale sind.
Bild 49c zeigt die Möglichkeit der Hintereinanderschaltung von zwei Schaltern FFS 1. Der im Bild rechts gezeichnete Schalter FFS 1 wird wie bei 49a erwähnt, durch den Tastschalter S getastet. Relais A zieht bei einem Impuls an und fällt beim nächsten Impuls wieder ab. Gleichzeitig ist jedoch am Ausgang des Schalters an Punkt 4 ein zweiter Schalter FFS 1 angeschlossen. Was macht in diesem Fall das Relais B? Es erhält nur nach jedem zweiten Steuerimpuls am Eingang der Gesamtschaltung einen Umkehrimpuls, was in der Praxis so aussieht:

1. Impuls	Rel A	zieht an
	Rel B	bleibt abgefallen
2. Impuls	Rel A	fällt ab
	Rel B	zieht an
3. Impuls	Rel A	zieht an
	Rel B	bleibt angezogen
4. Impuls	Rel A	fällt ab
	Rel B	fällt ab
5. Impuls	Rel A	zieht an
	Rel B	bleibt abgefallen
	usw.	usw.

Wenn man will, können noch weitere Flip-Flop-Schalter hintereinandergeschaltet werden.

Auf Bild 49d ist noch zu sehen, wie ein elektronischer Schalter FFS 1 von einer relaislosen Tonkreisschaltstufe SST 2 ausgesteuert wird. Der Flip-Flop-Schalter FFS 1 wird so gesteuert, wie unter Bild 49b gezeigt. Der Schalttransistor TS 1 wird durch eine Tonkreisschaltstufe angesteuert und leitend gemacht. Immer wenn am NF-Eingang 1 ein Signal ankommt, erhält der Schalter FFS 1 einen Impuls und das Relais zieht wie besprochen an, oder es fällt beim nächsten Signal wieder ab.

Aufgebaut wird der elektronische Schalter FFS 1 auf einer Druckplatte mit den Abmessungen: 55 x 45 mm. Aus dem Bestückungsplan geht die Lage der Einzelteile eindeutig hervor. Zunächst werden die Widerstände, dann die Kondensatoren und zum Schluß die Transistoren eingelötet.

Die Anschlüsse 1—5 haben folgende Bedeutung:

1 = Steuerleitung (Tastleitung)
2 = +6 Volt Betriebsspannung
3 = Relaisanschluß (+6 V)
4 = Relaisanschluß (Emitter von T 3)
5 = —6 Volt Betriebsspannung

Im Schaltbild sind noch einige Meßpunkte a—h zu finden, an denen bei den verschiedenen Schaltzuständen, mit einem hochohmigen Voltmeter gemessen, folgende orientierenden Spannungen stehen. Auf diese Weise kann die Schaltung auch überprüft werden.

Meßpunkt a:	U = —0,6	V	wenn Relais angezogen
a:	U = —5,2	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt b:	U = —5,2	V	wenn Relais angezogen
b:	U = —0,6	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt c:	U = —0,42	V	wenn Relais angezogen
c:	U = —0,8	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt d:	U = —0,8	V	wenn Relais angezogen
d:	U = —0,42	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt e:	U = —4,7	V	wenn Relais angezogen
e:	U = —0,7	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt f:	U = —0,7	V	wenn Relais angezogen
f:	U = —4,7	V	wenn Relais abgefallen
Meßpunkt g:	U = —0,6	V	
Meßpunkt h:	U = —3	V	

Alle Werte sind gegen +6 Volt, Punkt 2, gemessen.

Durch die Verwendung des Transistors AC 128 als Schalttransistor T 3, können recht kräftige Relais zum Schalten von Motoren oder anderen Verbrauchern herangezogen werden.

Wird z. B. ein Haller-Relais Nr. 551 für 6 Volt (95 Ohm) verwendet, so kann der Schaltstrom ca. 6 Ampere betragen. Für dieses Relais ergibt sich ein Ruhestrom von Ir = 12 mA und ein Arbeitsstrom von Ia = 55 mA für die gesamte Schaltung des Schalters FFS 1.
Bei Verwendung des Haller-Relais Nr. 534 (200 Ohm) steht einem Ruhestrom von Ir = 10 mA ein Arbeitsstrom von Ia = 30 mA gegenüber.
Die Betriebsspannung für den elektronischen Schalter FFS 1 beträgt 6 Volt.

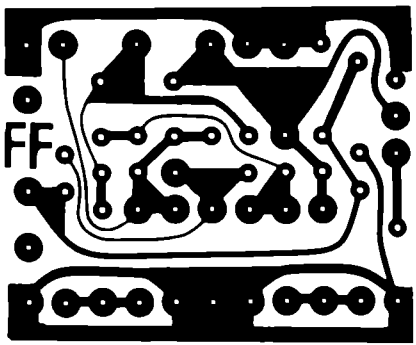


Bild 45 Druckplatte zum Flip-Flop-Schalter FFS 1 im Maßstab 1:1.

Stückliste zum Flip-Flop-Schalter FFS 1

R 1 = 4,7 kOhm
R 2 = 4,7 kOhm
R 3 = 1 kOhm
R 4 = 4,7 kOhm
R 5 = 10 kOhm
R 6 = 10 kOhm
R 7 = 100 Ohm
R 8 = 10 kOhm
R 9 = 1 kOhm
R 10 = 4,7 kOhm
R 11 = 10 kOhm
C 1 = 2,2 nF
C 2 = 2,2 nF
C 3 = 2 µF
C 4 = 2 µF
C 5 = 10 µF
T 1 = AC 126 oder AC 125
T 2 = AC 126 oder AC 125
T 3 = AC 128
D 1 = OA 85 oder OA 81
D 2 = OA 85 oder OA 81
Rel = 6-Volt-Relais, z. B. Haller Nr. 510 oder Nr. 551 oder Nr. 534 oder ähnliche
1 Stück Druckplatte FFS 1

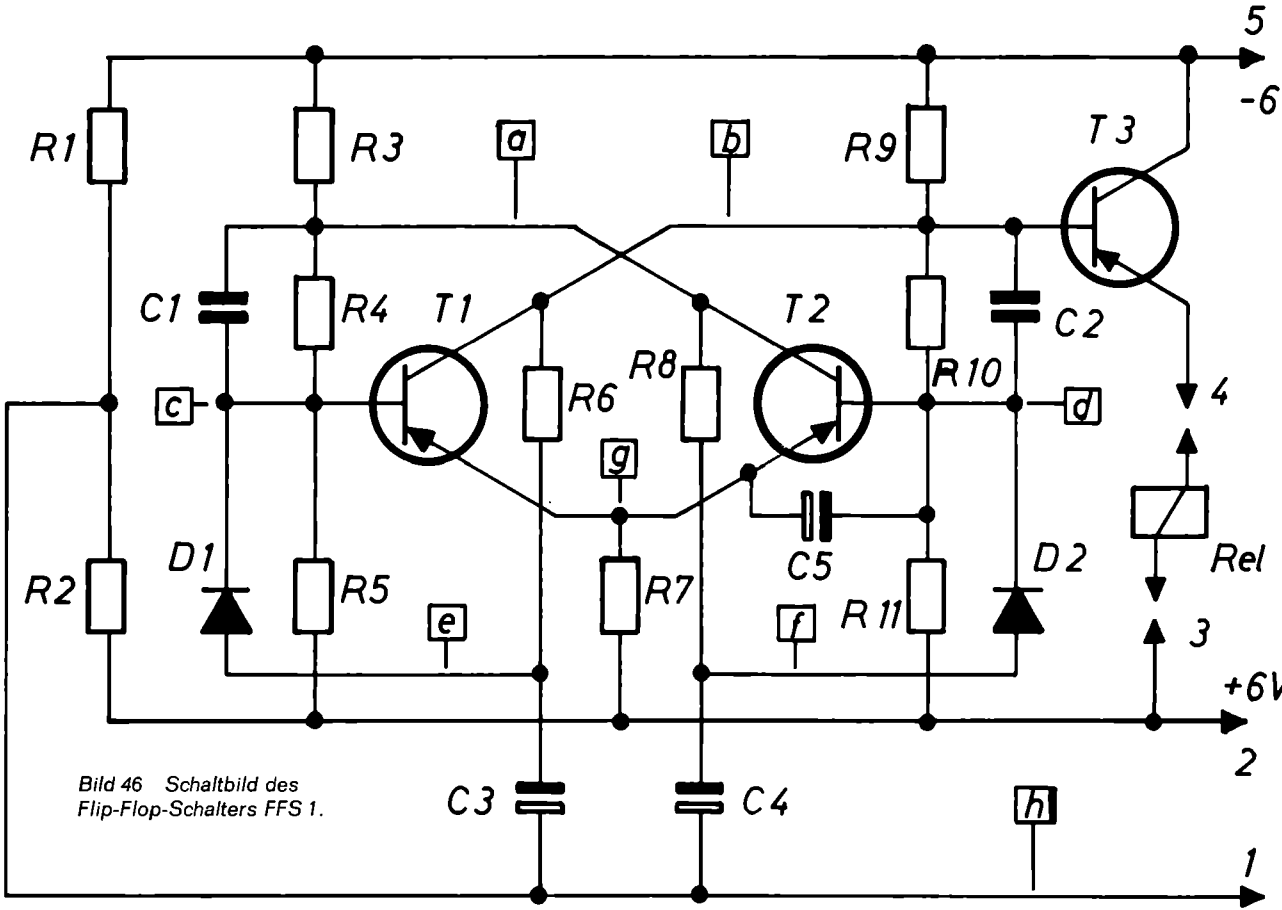
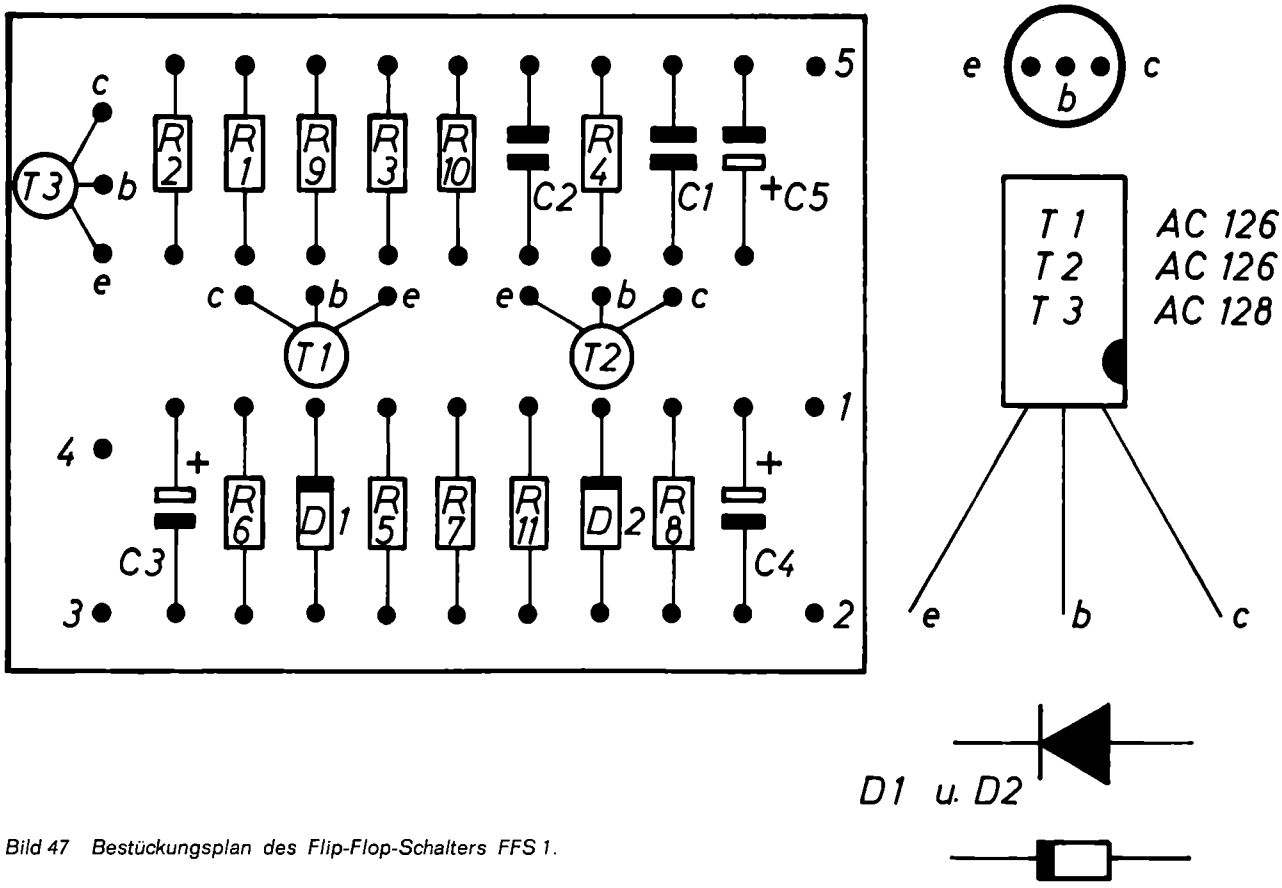


Bild 46 Schaltbild des Flip-Flop-Schalters FFS 1.



72 *Bild 47 Bestückungsplan des Flip-Flop-Schalters FFS 1.*

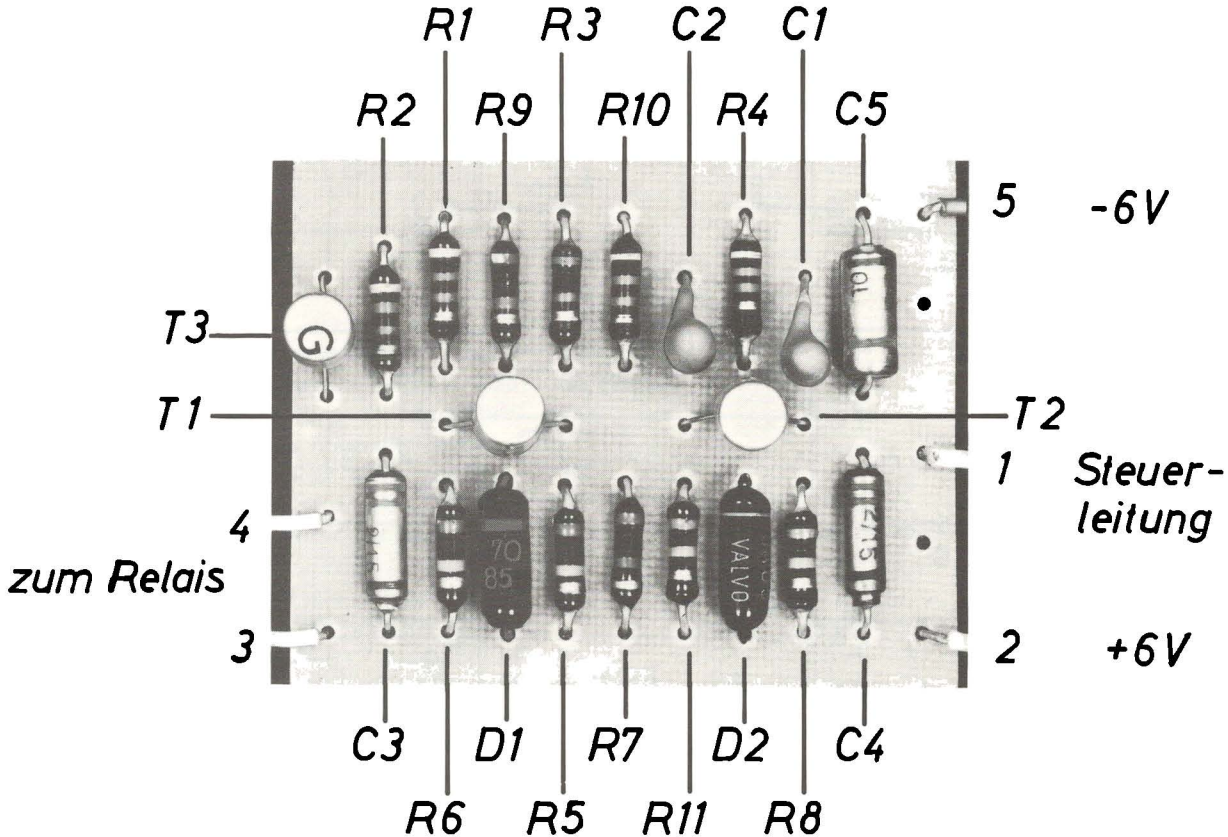
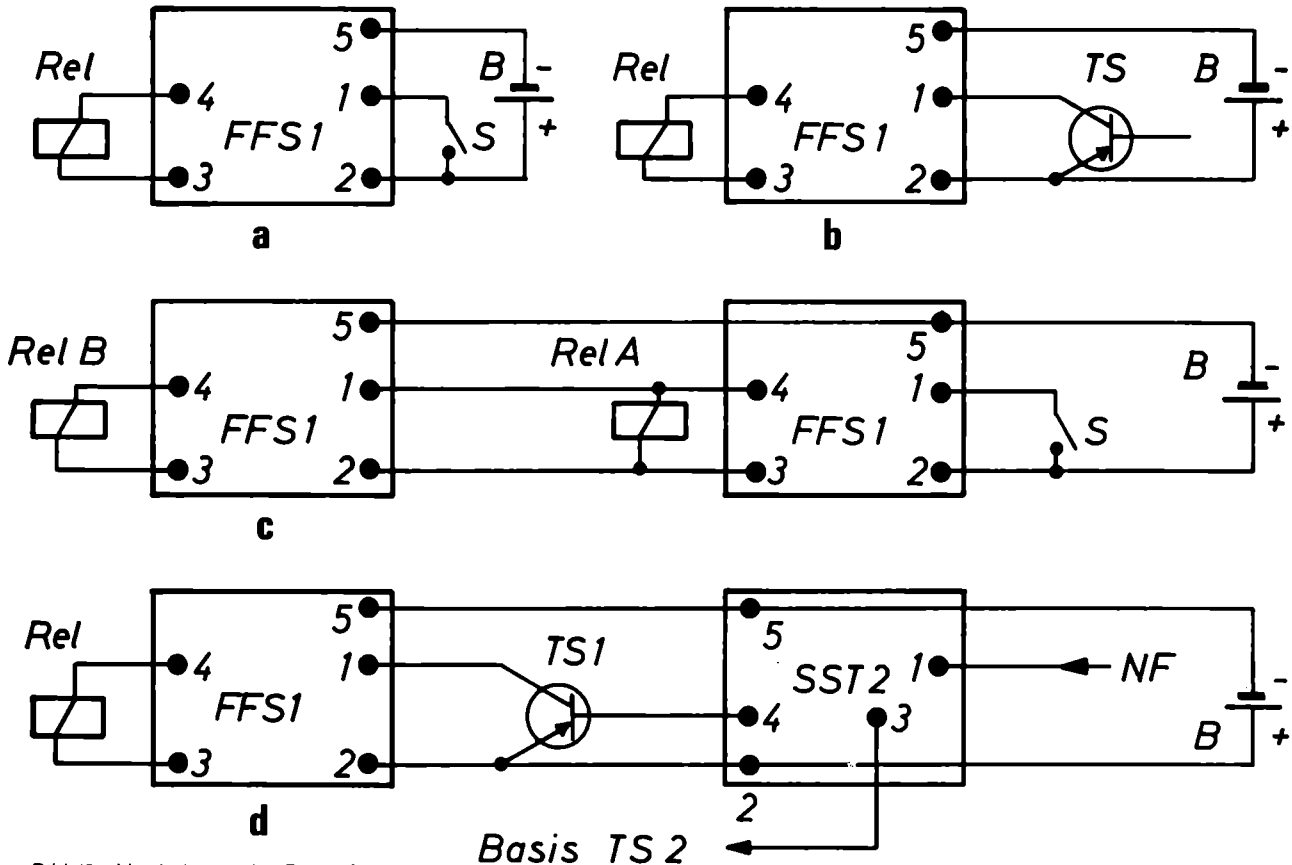


Bild 48 Blick auf die Druckplatte eines fertigen Flip-Flop-Schalters FFS 1.



74 *Bild 49 Verdrahtung der Baustufen.*

Schaltung 12

Blinklichtgeber BLG 2

Anschlüsse:

1 = +6 V Betriebsspannung
2 = —6 V Betriebsspannung
3 = 1. Anschluß der Lampe La 2
4 = 2. Anschluß der Lampe La 2
5 = 1. Anschluß der Lampe La 1
6 = 2. Anschluß der Lampe La 1

Oft kommt es vor, daß man sein Flug-, Schiffs- oder Automodell mit einer Blinklampe versehen möchte. Man greift dann meistens auf die im Fachhandel erhältlichen Blinklampen zurück, die mit einem Thermokontakt versehen sind und wundert sich darüber, daß diese Lampen, besonders bei Dauerbetrieb, sehr bald nicht mehr funktionieren. Hier hilft eine einfache Blinkschaltung, die mit nur zwei Transistoren, zwei Widerständen und zwei Kondensatoren sehr billig aufgebaut werden kann. Bei dieser Schaltung liegt jeweils ein Lämpchen 3,8 V/ 80 mA im Kollektorkreis des Transistors T 1 und T 2. Da stets ein Transistor gesperrt, der andere geöffnet ist, blinkt jeweils nur eine Lampe auf. Im nächsten Moment wird der gerade leitende Transistor gesperrt und der andere geöffnet. Die eine Lampe geht aus, die andere leuchtet auf. Die Schaltung ist für eine Betriebsspannung von 6 Volt ausgelegt. Sie wird auf einer gedruckten Platte aufgebaut. Aus dem Bestückungsplan geht die Lage der Einzelteile deutlich hervor.

Stückliste zum Blinklichtgeber BLG 2

R 1	= 2,2 kOhm
R 2	= 2,2 kOhm
C 1	= 100 µF
C 2	= 100 µF
T 1	= AC 126
T 2	= AC 126
La 1	= Lämpchen 3,8 V/80 mA
La 2	= Lämpchen 3,8 V/80 mA
	1 Stück Druckplatte BLG 2

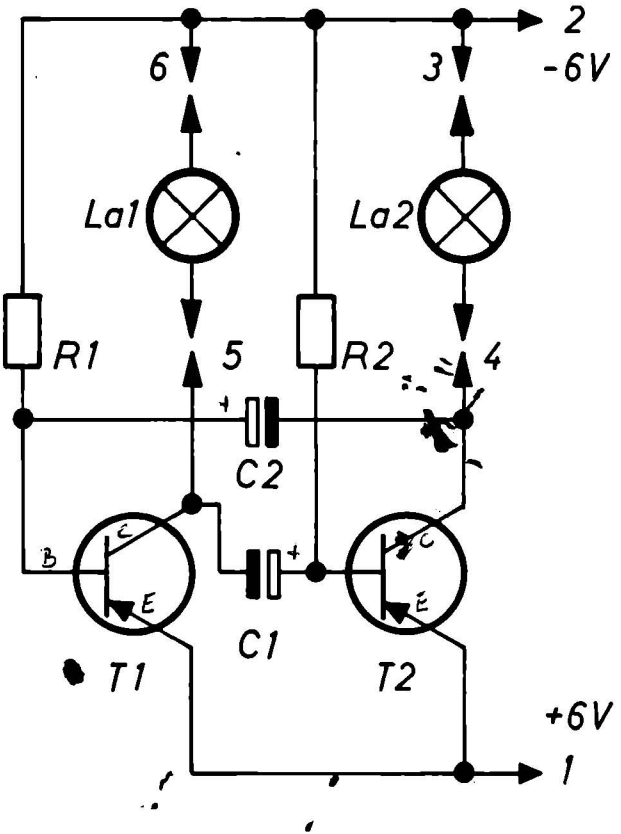


Bild 50 Schaltbild des Blinklichtgebers BLG 2.

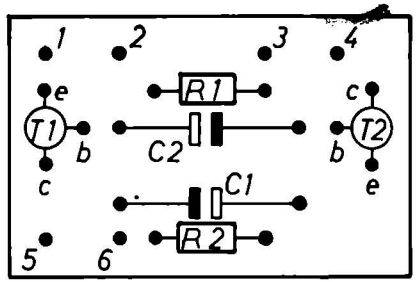


Bild 51
Bestückungsplan des Blinklichtgebers BLG 2.

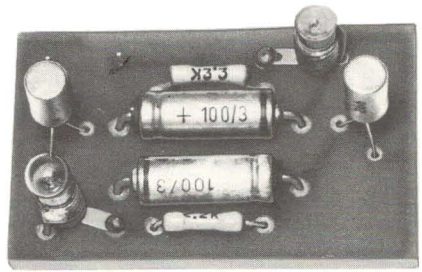


Bild 52
Draufsicht auf den Blinklichtgeber BLG 2.

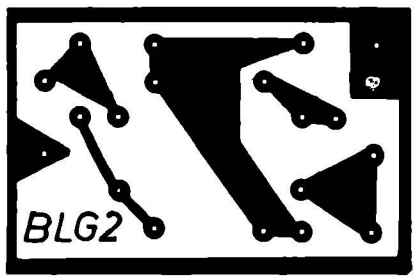


Bild 53
Druckplatte zum Blinklichtgeber BLG 2 im Maßstab 1:1.

Schaltung 13

Blinklichtgeber BLG 3

Für manche Zwecke reicht oft die Leuchtstärke kleiner Birnchen, wie sie beim Blinklichtgeber BLG 2 verwendet wurden nicht aus, besonders wenn sie bei Tageslicht betrieben werden sollen.
Die hier gezeigte Schaltung ist jedoch so bemessen, daß man ein oder zwei Lampen 6 V/15 Watt betreiben kann Es handelt sich hierbei um Autoscheinwerferlampen die auch am Tage eine ausreichende Leuchtstärke liefern.
Den Leistungstransistor T 3 müssen wir, um eine ausreichende Kühlung zu erhalten, auf einen Kühlkörper befestigen. Die Verbindung mit der übrigen Schaltung erfolgt über die Punkte 1, 2 und 3. Die Betriebsspannung, die 6 oder 12 Volt betragen kann, je nach Verwendung der in der Stückliste angegebenen Bauteile, wird an den Punkten 1 (Minus) und 2 (Plus) angeschlossen. Auf richtige Polung des Kondensators C ist zu achten. Diese Schaltung eignet sich auch als Autopannenblinkleuchte.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub (6 oder 12 Volt)
2 = + Betriebsspannung Ub (6 oder 12 Volt)
3 = Basisanschluß für den Transistor T 3, der nicht auf der Druckplatte sitzt.

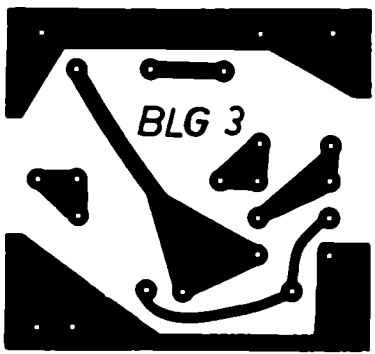


Bild 54 Druckplatte zum Blinklichtgeber BLG 3 im Maßstab 1:1.

Stückliste zum Blinklichtgeber BLG 3

Betriebsspannung Ub = 6 Volt:		Betriebsspannung Ub = 12 Volt:
R 1	= 270 Ohm	560 Ohm
R 2	= 820 Ohm	1,8 kOhm
R 3	= 220 Ohm	470 Ohm
R 4	= 18 Ohm	47 Ohm
R 5	= 6 Ohm	22 Ohm
R 6	= 33 Ohm	42 Ohm
C	= 100 µF	100 µF
T 1	= AC 125	AC 125
T 2	= AC 128	AC 128
T 3	= OC 30 oder TF 90/60	OC 30 oder TF 90/60
La	= 1—2 Lämpchen 6 V/0,3 A parallel wenn OC 30 eingebaut wird 1 St. Lampe 6 V/15 W wenn TF 90/60 verwendet wird	1—2 Lämpchen 12 V/0,1 A parallel wenn OC 30 eingebaut wird 1 St. Lampe 12 V/15 W wenn TF 90/60 verwendet wird
	1 Stück Druckplatte BLG 3	

Bei Verwendung des Transistors TF 90/60 eignen sich die üblichen Autoscheinwerferbirnen 6 V/15 W oder 12 V/15 W ausgezeichnet als Lampen La in dieser Schaltung. Der Transistor ist so stark, daß auch zwei dieser Lampen parallel geschaltet werden können.

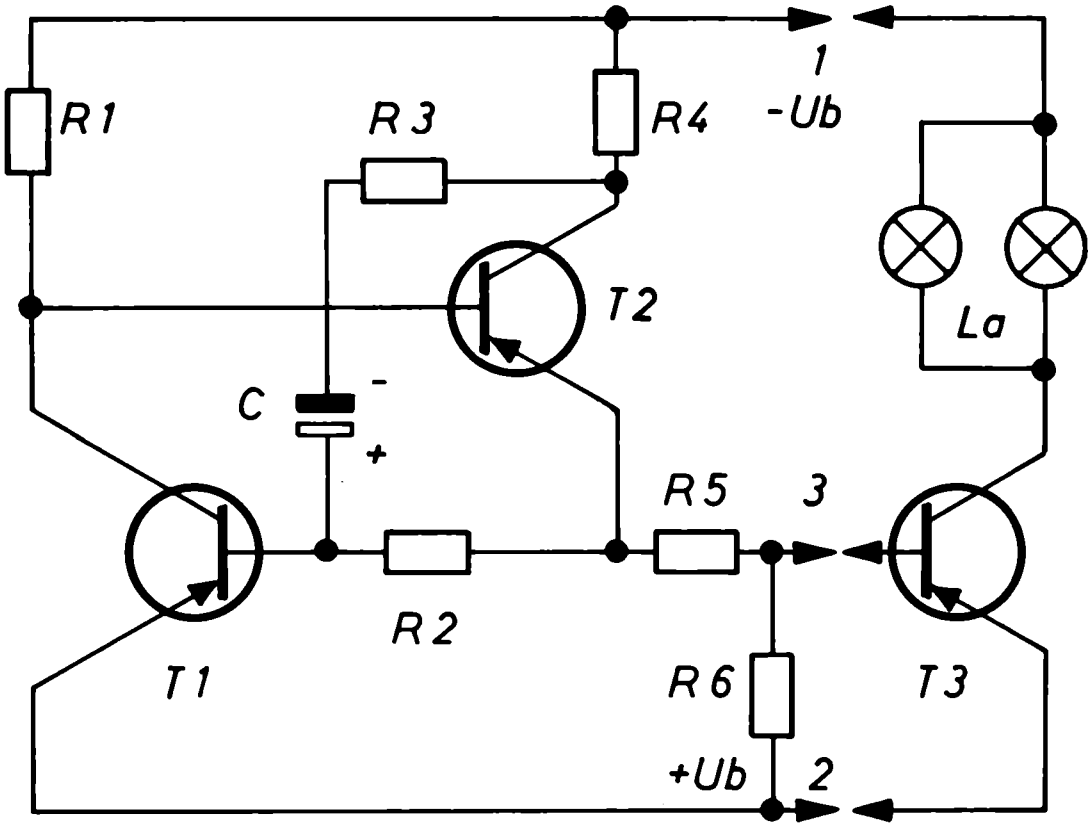


Bild 55 Schaltbild des Blinklichtgebers BLG 3.

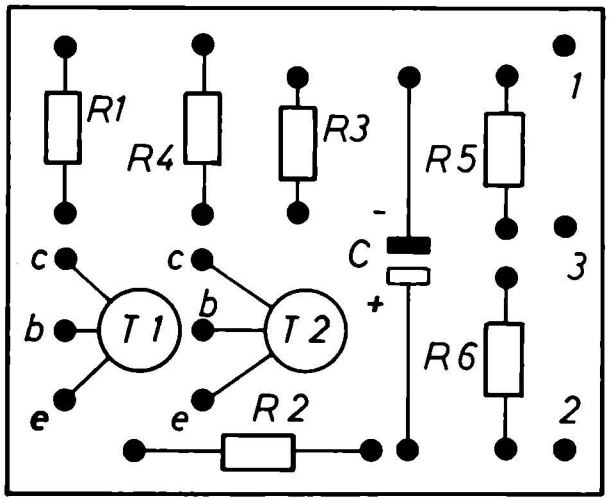


Bild 56 Bestückungsplan zum Blinklichtgeber BLG 3.

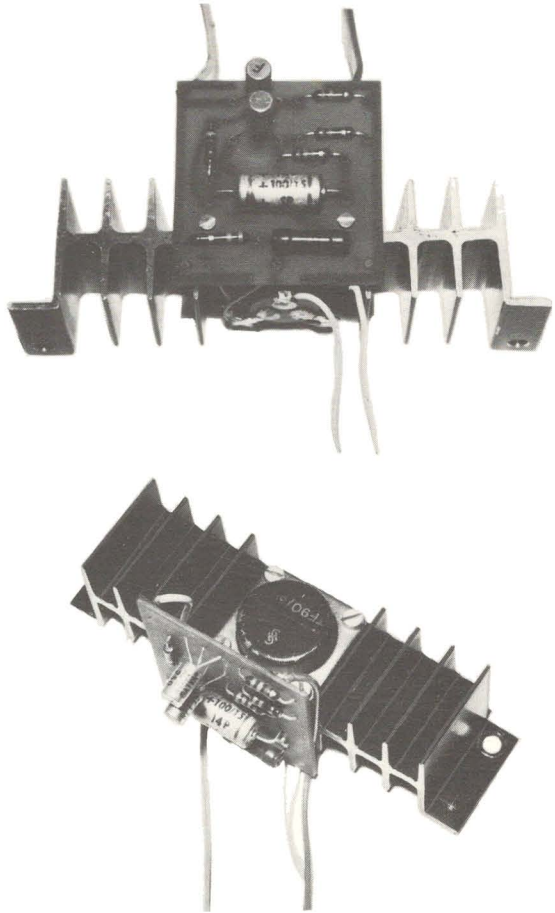


Bild 57 Der fertige Blinklichtgeber BLG 3 mit dem Leistungstransistor.

Schaltung 14

Elektronische Sirene ESI 1

Eine elektronische Sirene, wie sie für Feuerlösch- und Polizeibootmodelle verwendet werden kann, zeigt unsere Schaltung. Beim genauen Betrachten des Schaltbildes erkennen wir, daß es sich um zwei Multivibratoren handelt, die hintereinander geschaltet sind. Der Multivibrator mit den Transistoren T 3 und T 4 erzeugt den eigentlichen Ton. Der erste Multivibrator (T 1 und T 2) dient zur Frequenzänderung. Über die Einstellregler R 5 und R 12 kann die Höhe des Sirenentones und die Zeitfolge des Auf- und Abschwellens eingestellt werden. Die Schaltung arbeitet an einer Betriebsspannung von 6 Volt oder 12 Volt, je nach Bemessung der Einzelteile. Den beiden Stücklisten sind die Werte für die gewünschte Betriebsspannung zu entnehmen.
Punkt 3 unserer Schaltung ist mit einem NF-Verstärker-Eingang zu verbinden. Aus dem Lautsprecher ertönt ein Sirenenton, der den auf- und abschwellenden Tönen eines Polizeifahrzeuges im Einsatz sehr ähnlich klingt. Für Modellboote sollte ein NF-Verstärker verwendet werden, der eine Leistung von 2—4 Watt abzugeben vermag.

Der in diesem Buch beschriebene 3,5-Watt-NF-Verstärker (Schaltung 15) eignet sich sehr gut dazu.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —6 oder 12 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +6 oder 12 Volt
3 = NF-Ausgang

Stückliste zur Elektronischen Sirene ESI 1

Betriebsspannung: Ub = 12 Volt

R 1 = 1 kOhm
R 2 = 33 kOhm
R 3 = 58 kOhm
R 4 = 1 kOhm
R 5 = 25 kOhm Einstellregler
R 6 = 15 kOhm
R 7 = 15 kOhm
R 8 = 1,8 kOhm
R 9 = 33 kOhm
R 10 = 33 kOhm
R 11 = 1,8 kOhm
R 12 = 25 kOhm Einstellregler
R 13 = 47 kOhm
C 1 = 25 µF
C 2 = 25 µF
C 3 = 100 µF
C 4 = 25 µF
C 5 = 0,1 µF
C 6 = 0,1 µF
C 7 = 0,1 µF
T 1 = AC 126
T 2 = AC 126
T 3 = AC 126
T 4 = AC 126
1 Stück Druckplatte ESI 1

Betriebsspannung: Ub = 6 Volt

R 1 = 470 Ohm
R 2 = 15 kOhm
R 3 = 47 kOhm
R 4 = 470 Ohm
R 5 = 25 kOhm Einstellregler
R 6 = 15 kOhm
R 7 = 15 kOhm
R 8 = 1,2 kOhm
R 9 = 33 kOhm
R 10 = 33 kOhm
R 11 = 1,2 kOhm
R 12 = 10 kOhm Einstellregler
R 13 = 33 kOhm
C 1 = 50 µF
C 2 = 50 µF
C 3 = 100 µF
C 4 = 25 µF
C 5 = 0,1 µF
C 6 = 0,1 µF
C 7 = 0,1 µF
T 1 = AC 126
T 2 = AC 126
T 3 = AC 126
T 4 = AC 126
1 Stück Druckplatte ESI 1

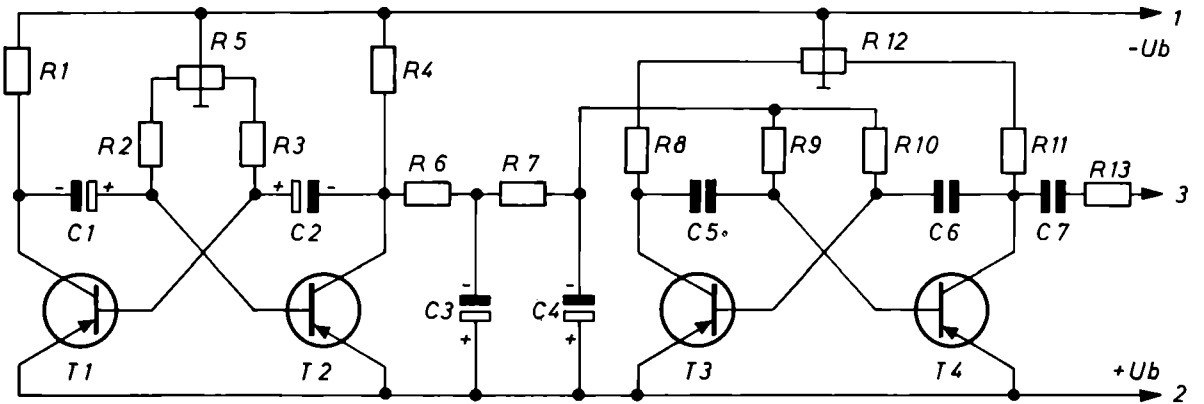


Bild 58 Schaltbild der elektronischen Sirene ESI 1.

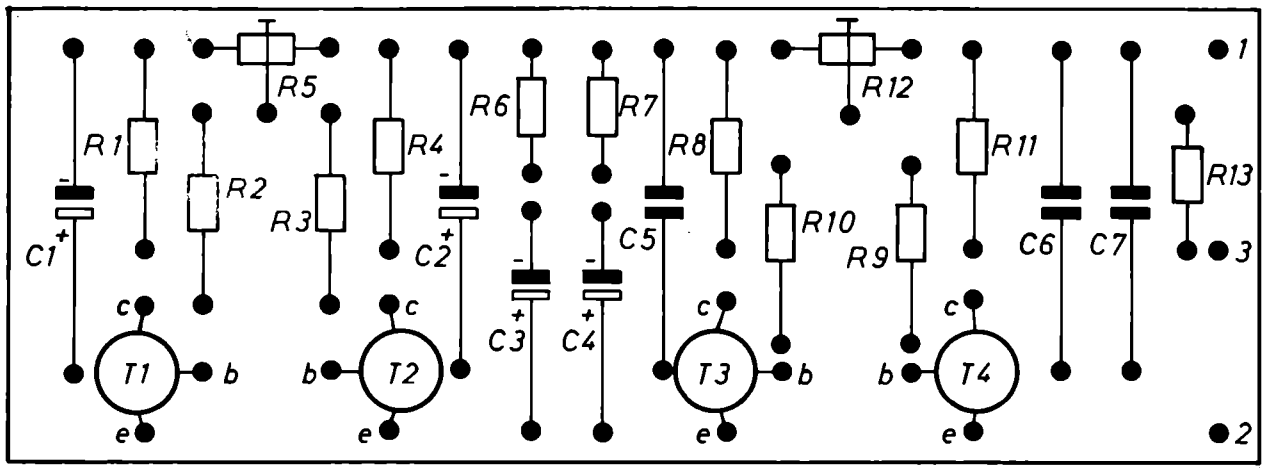


Bild 59 Bestückungsplan zur elektronischen Sirene ESI 1.

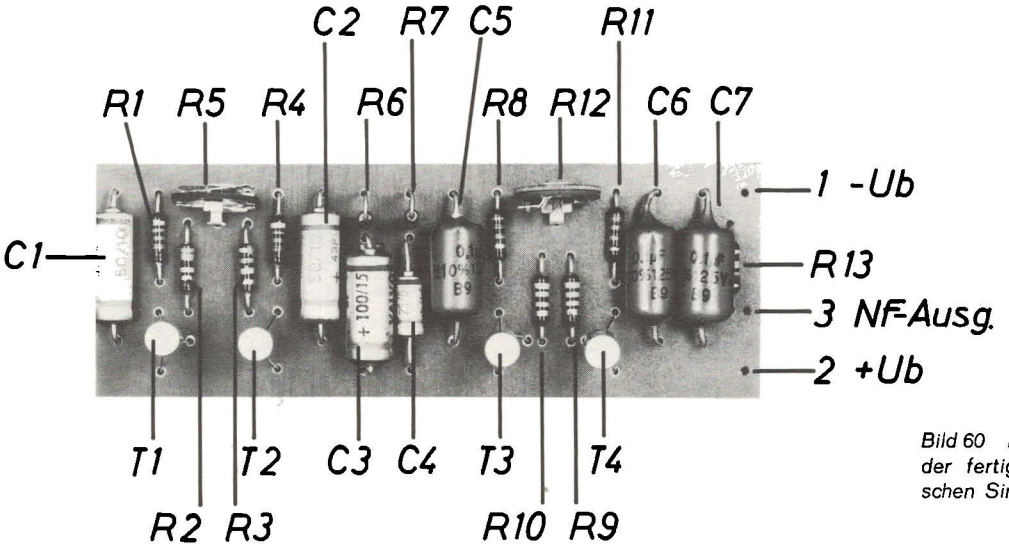


Bild 60 Blick auf die Druckplatte der fertig aufgebauten elektronischen Sirene ESI 1.

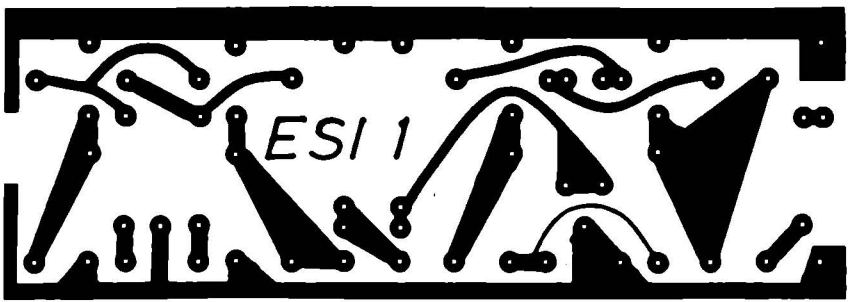


Bild 61 Druckplatte zur elektronischen Sirene ESI 1 im Maßstab 1:1.

Schaltung 15

3,5-Watt-NF-Verstärker NFV 3

Kleine Leistungs-NF-Verstärker sind sehr vielseitig zu verwenden. Sei es zum Hörbarmachen der Tonsignale, oder als Endverstärker für einen Abhörempfänger oder in einem Modellboot als Verstärker für eine elektronische Sirene. Da heutzutage keine schweren Transformatoren mehr erforderlich sind, denn wir haben es hier bei unserer Schaltung mit einer eisenlosen Endstufe zu tun, können solche Verstärker recht klein, leicht und billig aufgebaut werden.

Das im Schaltbild eingezeichnete Potentiometer P ist nicht auf der Druckplatte untergebracht. Es dient zur Lautstärkeregelung und kann dort montiert werden, wo es am günstigsten zu bedienen ist. Da die Abmessungen des Verstärkers recht günstig sind, läßt sich z. B. ein Teko-Gehäuse Nr. 4A für den Einbau gut verwenden. Zur Kühlung der beiden Endtransistoren sollte man einen Blechwinkel anfertigen, der auf den Transistoren T 3 und T 4 aufliegt, und so die Wärme besser ableitet. Beim Einbau in das erwähnte Teko-Gehäuse werden die Transistoren direkt mit dem Gehäuse verschraubt.

Um den Verstärker durchmessen zu können, ist ein Tongenerator erforderlich. Er wird an den Punkten 4 und 6 angeschlossen (siehe Meßschaltung). Anstelle eines Lautsprechers löten wir einen Belastungswiderstand von 4 Ohm an den Punkten 2 und 5 fest. Parallel dazu liegt ein Röhrenvoltmeter, mit dem man die Frequenzkurve aufnimmt. Das Potentiometer P wird so eingestellt, daß am Eingang, Punkt 3, eine NF-Spannung von 60 mV zu messen ist. Wird der Tongenerator jetzt auf die verschiedenen Frequenzen eingestellt, ist jeweils die entsprechende Ausgangsspannung zu messen. Wer mehr und ausführlicher über die Aufnahme von Frequenzkurven nachlesen möchte, kann dies in meinem Buch „Mehrkanalfernsteuerung" tun, welches im gleichen Verlag erschienen ist. Stromverbrauch des Verstärkers: ca. 430 mA bei Ub = 12 Volt

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung —12 Volt
2 = + Betriebsspannung +12 Volt
3 = NF-Eingangsspannung Ue
4 = Masseleitung
5 = Lautsprecheranschluß 1
6 = Lautsprecheranschluß 2

Stückliste zum 3,5-Watt-NF-Verstärker NFV 3

R 1 = 10 kOhm
R 2 = 180 kOhm
R 3 = 27 kOhm
R 4 = 10 kOhm
R 5 = 56 Ohm
R 6 = 6,8 kOhm
R 7 = 18 kOhm
R 8 = 3,9 kOhm
R 9 = 18 Ohm
R 10 = 250 Ohm Einstellregler
R 11 = 330 Ohm
R 12 = 100 Ohm NTC
R 13 = 0,8 Ohm/1 W
R 14 = 0,8 Ohm/1 W
C 1 = 1 µF MKL
C 2 = 2 µF
C 3 = 5 µF
C 4 = 2,2 nF
C 5 = 100 µF
C 6 = 1000 µF
T 1 = BC 108 B
T 2 = BC 108 B
T 3 = AC 187 K gep.
T 4 = AC 188 K gep.
D = BA 103

L = Lautsprecher 4 Ohm/4 Watt

1 Stück Druckplatte NFV 3

Soll der Verstärker in ein Teko-Gehäuse eingebaut werden, so sind noch folgende Einzelteile dazu nötig:
1 Stück Teko-Gehäuse Nr. 4 A

Bu 1 = isolierte Buchse
—12 Volt Betriebsspannungszuführung
Bu 2 = isolierte Buchse
+12 Volt Betriebsspannungszuführung
Bu 3 = isolierte Buchse NF-Eingang
Bu 4 = isolierte Buchse Masseleitung
P = Potentiometer 10 kOhm als Lautstärkeregler
Schicht-Drehwiderstand 10 kOhm log.
Achse 4 mm ϕ
Dk = 1 Stück Drehknopf für 4 mm Achse
1 Stück 2-polige Lötösenleiste zum Anschluß des Lautsprechers
RL = Lastwiderstand 4 Ohm, als Ersatz für den Lautsprecher bei Messungen an dem Verstärker.

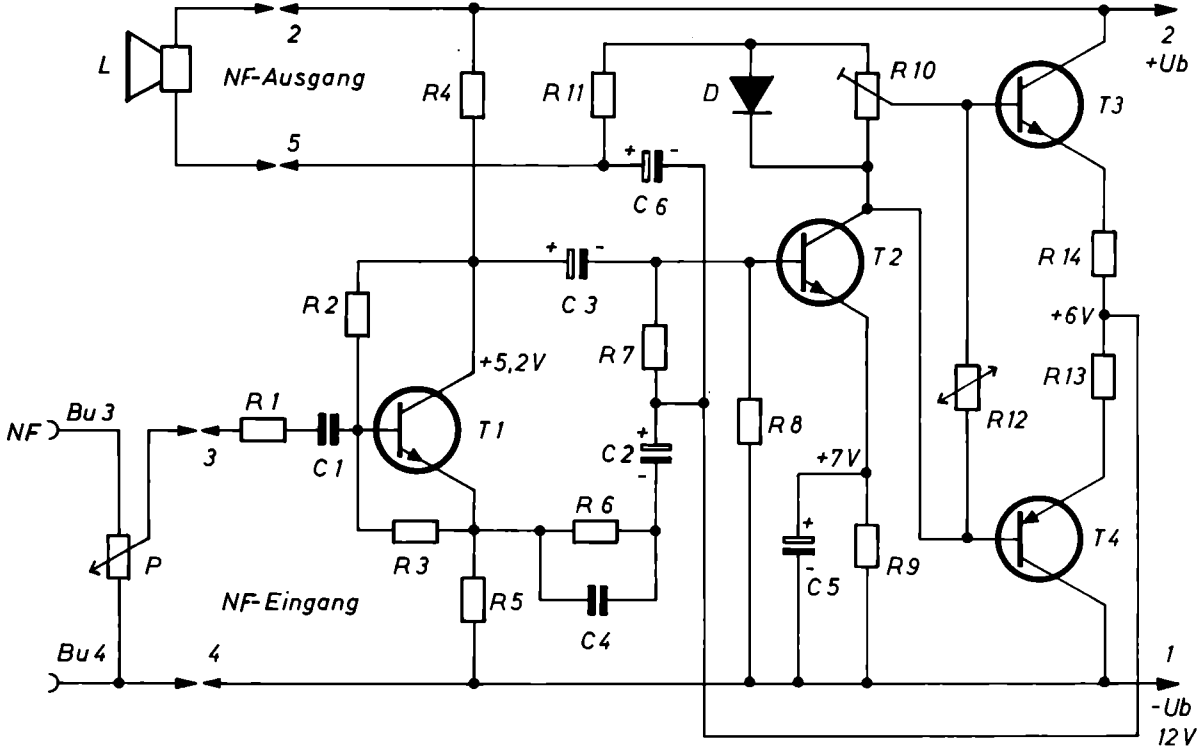


Bild 62 Schaltbild des 3,5-W-NF-Verstärkers NFV 3.

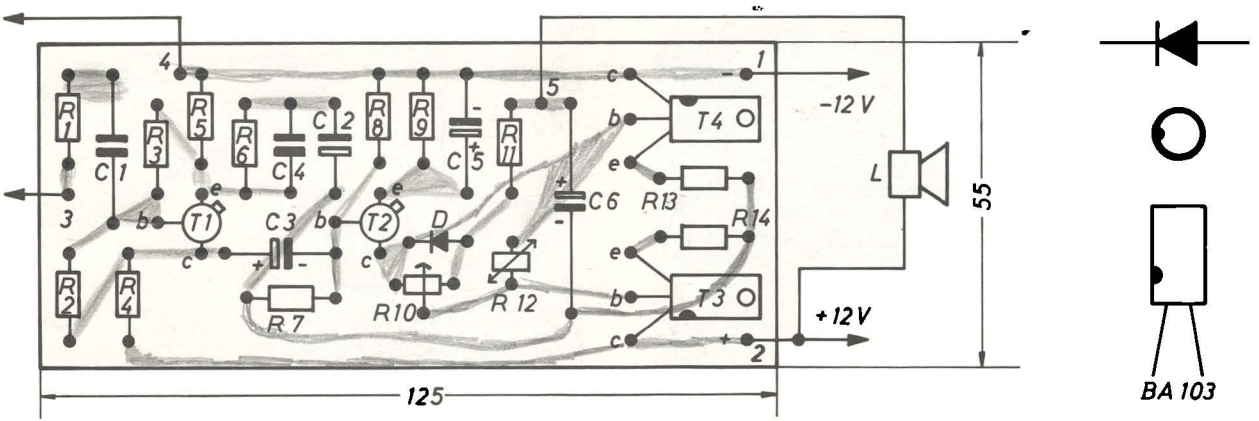


Bild 63 Bestückungsplan des 3,5-W-NF-Verstärkers NFV 3.

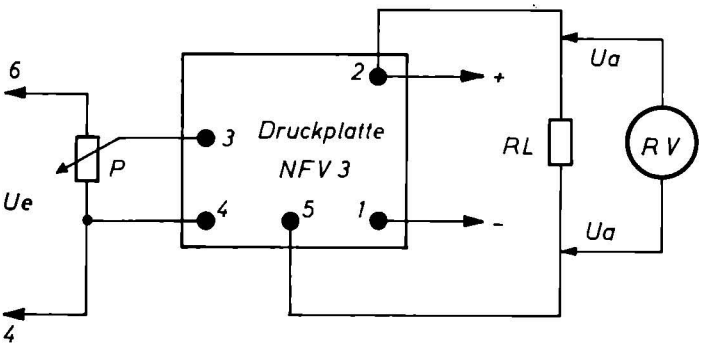


Bild 64 Meßschaltung.

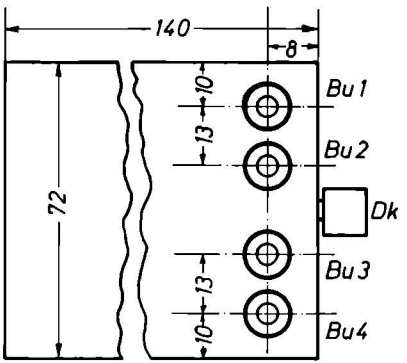


Bild 65 Einbau in Teko-Gehäuse Nr. 4 A.

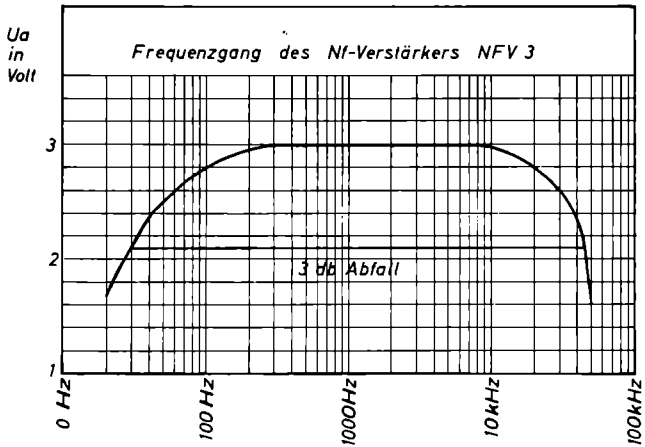
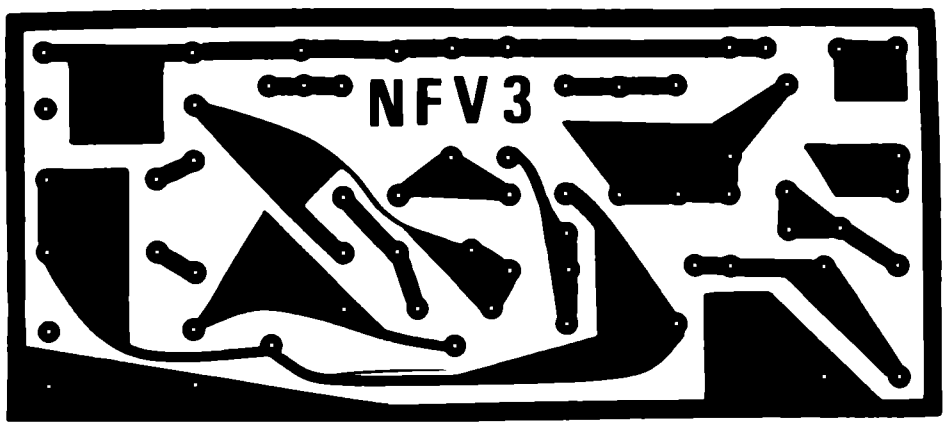


Bild 66 *Frequenzgang des NF-Verstärkers NFV 3.*

Bild 67 *Druckplatte zum 3,5-W-NF-Verstärker NFV 3 im Maßstab 1:1.*



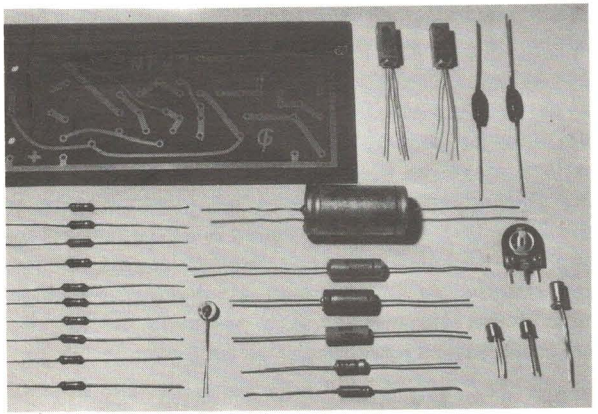


Bild 68 Alle für den Bau des Verstärkers erforderlichen Einzelteile.

Bild 69 Der auf einer Druckplatte fertig aufgebaute NF-Verstärker NFV 3.

Bild 70 Der in ein Teko-Gehäuse eingebaute Verstärker NFV 3 wird durchgemessen. Ein Oszillograf, ein Röhrenvoltmeter und ein Tongenerator leisten dabei gute Dienste.

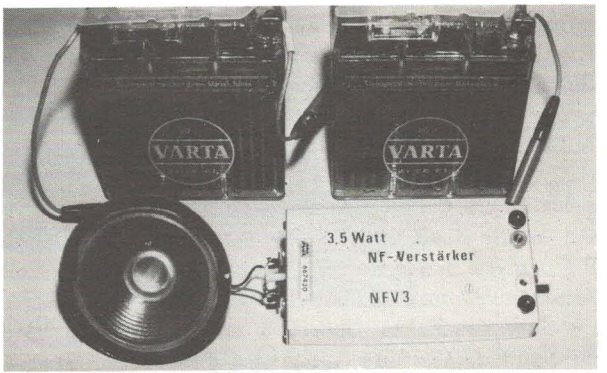


Bild 71 Verstärker NFV 3, Lautsprecher und Stromquelle. ►

NF-Vorverstärker NVV 2

Oft ist es notwendig, kleine und kleinste NF-Spannungen zu verstärken, um sie einem NF-Leistungsverstärker zuführen zu können. Ein Mikrofon gibt z. B. nur eine NF-Spannung von 5 mV ab. Damit kann man jedoch noch keinen Leistungs- oder Lautsprecherverstärker ansteuern, er benötigt fast die hundertfache Eingangsspannung, nämlich ca. 500 mV. Will man einen Fernsteuersender gut ausmodulieren, so ist es ebenfalls oft notwendig, zwischen den einzelnen Tongeneratoren, die die Tonfrequenzen für die einzelnen Kanäle erzeugen, einen NF-Vorverstärker zu schalten, um die Signale zu verstärken.

Unser NF-Vorverstärker NVV 2 übernimmt diese Aufgabe. Er ist sehr einfach aufzubauen und besteht nur aus sehr wenigen Einzelteilen. Die NF-Spannung gelangt vom Eingang, Punkt 3, über den Kondensator C 1 an die Basis von T 1, der als Verstärker arbeitet. R 1 und R 2 bilden den Basisspannungsteiler, der den Arbeitspunkt festlegt. Der Transistor T 2 ist als Emitterfolger geschaltet. Über C 3 gelangt die verstärkte NF-Spannung an den Ausgang 4 des Vorverstärkers.

Er ist für eine Betriebsspannung von Ub = 6 Volt ausgelegt, die an den Punkten 1 und 2 angelegt wird.

Der Aufbau der wenigen Einzelteile auf der Druckplatte ist denkbar einfach. Die Lage der Teile geht eindeutig aus dem Bestückungsplan hervor. Sind alle Bauteile verlötet, kann die Betriebsspannung angelegt werden. Der Gesamtstrom beträgt ca. 4 mA. Legen wir jetzt an den Eingang 3 eine NF-Spannung aus einem Tongenerator an, so können wir bei verschiedenen Eingangsspannungen Ue am Ausgang 4 folgende Ausgangsspannungen Ua messen. Die Messung erfolgte bei einer eingestellten Frequenz von 1000 Hz.

Eingangsspannung:	Ausgangsspannung:
Ue = 1 mV	Ua = 84 mV
Ue = 2 mV	Ua = 180 mV
Ue = 3 mV	Ua = 270 mV
Ue = 4 mV	Ua = 340 mV
Ue = 5 mV	Ua = 440 mV
Ue = 6 mV	Ua = 530 mV
Ue = 7 mV	Ua = 610 mV
Ue = 8 mV	Ua = 700 mV
Ue = 9 mV	Ua = 800 mV
Ue = 10 mV	Ua = 900 mV
Ue = 15 mV	Ua = 1200 mV

Der Verstärkungsfaktor des Vorverstärkers NVV 2 beträgt: V = 90. Das heißt, daß die Ausgangsspannung 90 mal größer ist, als die am Eingang angelegte Spannung. Der Verstärker hat einen fast geradlinigen Frequenzgang von 100 Hz bis 40000 Hz, weshalb er sich gut als Vorverstärker für unseren in Schaltung 15 beschriebenen 3,5-Watt-Verstärkers NFV 3 eignet.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —6 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +6 Volt
3 = NF-Eingangsspannung Ue
4 = NF-Ausgangsspannung Ua

Stückliste zum NF-Vorverstärker NVV 2

R 1	=	2,2 kOhm
R 2	=	22 kOhm
R 3	=	470 Ohm
R 4	=	3,3 kOhm
R 5	=	1 kOhm
C 1	=	5 µF
C 2	=	100 µF
C 3	=	0,1 µF
T 1	=	AC 126
T 2	=	AC 126

1 Stück Druckplatte NVV 2

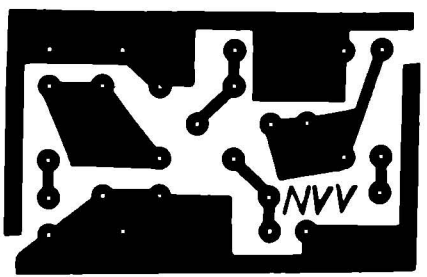


Bild 72 Druckplatte zum NF-Vorverstärker NVV 2 im Maßstab 1:1.

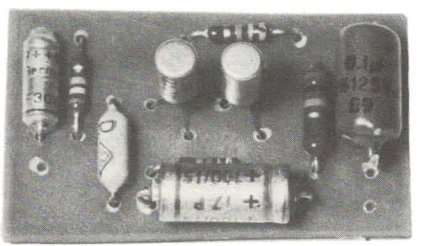


Bild 73 Der auf einer Druckplatte fertig aufgebaute NF-Vorverstärker NVV 2.

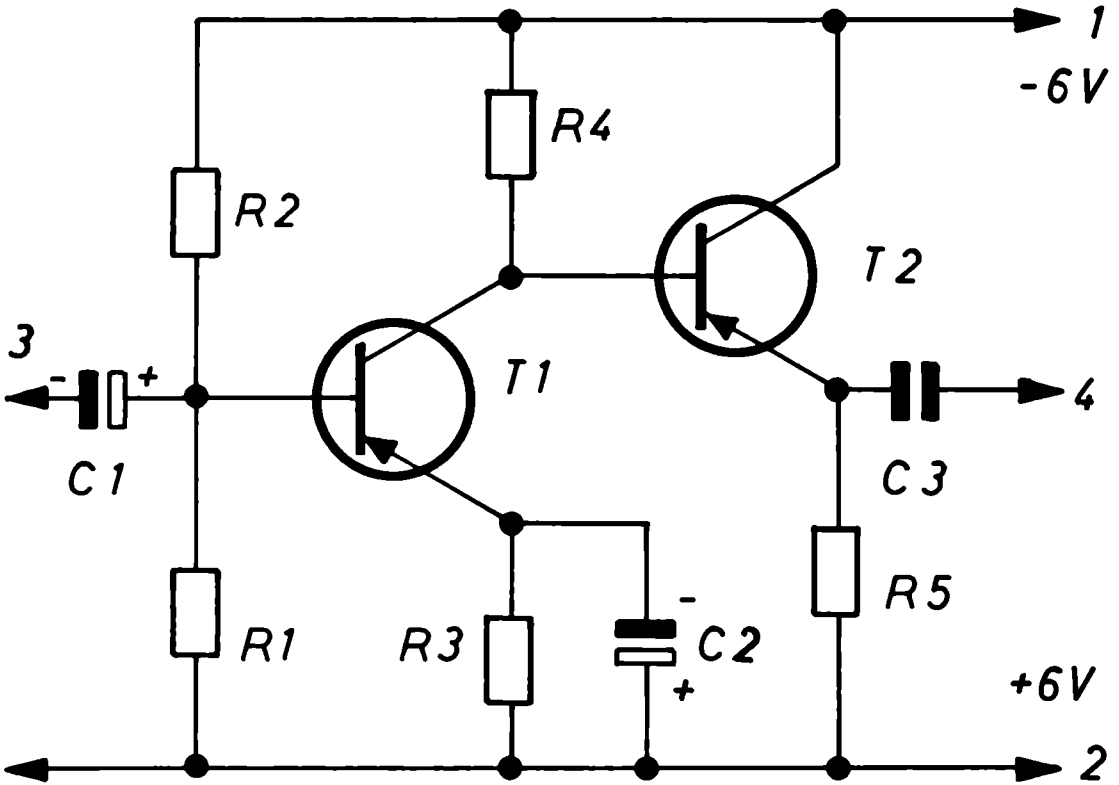


Bild 74 Schaltbild des NF-Vorverstärkers NVV 2.

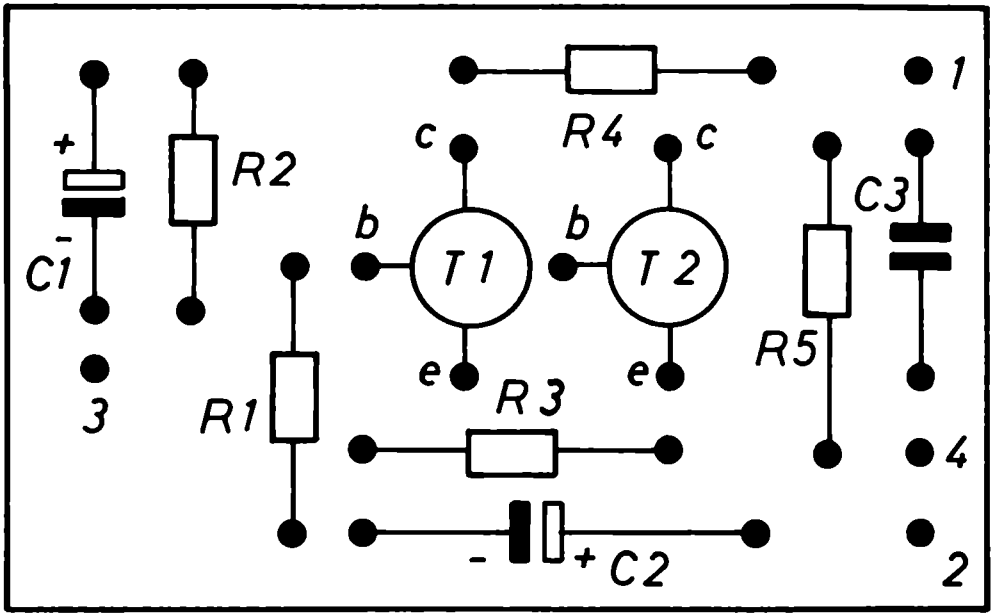


Bild 75 Bestückungsplan zum NF-Vorverstärker NVV 2.

Ringzähler mit Verstärker RZV 3

Ringzähler werden in der Digitaltechnik sehr viel verwendet. Die hier gezeigte Schaltung soll uns für Experimentierzwecke dienen. Auf die Eingänge 4, 5 und 6 werden drei verschiedene NF-Spannungen gelegt. Die Kollektoren der Transistoren T 1 bis T 3 liegen parallel und an einem gemeinsamen Arbeitswiderstand R 7. Die Basen dieser Transistoren sind über die Dioden D 1 bis D 3 jeweils mit einem Transistor T 4 bis T 6 verbunden. Diese drei Transistoren bilden den eigentlichen Ringzähler, denn sie sorgen dafür, daß immer zwei Transistoren sperren und einer durchläßt. Sie stoßen sich gegenseitig an. In der Praxis sieht das so aus, daß jeweils nur eine der drei NF-Frequenzen an dem Ausgang, Punkt 3, in Erscheinung tritt, denn die anderen beiden Tonfrequenzen werden nicht durchgelassen. Es werden also die Tonsignale immer nur nacheinander, niemals gemeinsam, durchgeschaltet.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —12 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +12 Volt
3 = Ausgang der Schaltung
4 = Eingang 1 der Schaltung
5 = Eingang 2 der Schaltung
6 = Eingang 3 der Schaltung

Stückliste zum Ringzähler mit Verstärker RZV 3

R 1 = 33 kOhm
R 2 = 4,7 kOhm
R 3 = 10 kOhm
R 4 = 33 kOhm
R 5 = 4,7 kOhm
R 6 = 10 kOhm
R 7 = 4,7 kOhm
R 8 = 1 kOhm
R 9 = 33 kOhm
R 10 = 4,7 kOhm
R 11 = 10 kOhm
R 12 = 22 kOhm
R 13 = 3,3 kOhm
R 14 = 22 kOhm
R 15 = 3,3 kOhm
R 16 = 22 kOhm
R 17 = 3,3 kOhm
C 1 = 2 µF
C 2 = 2 µF
C 3 = 2 µF
C 4 = 0,47 µF
C 5 = 0,47 µF
C 6 = 0,47 µF
T 1 = AC 132
T 2 = AC 132
T 3 = AC 132
T 4 = AC 132
T 5 = AC 132
T 6 = AC 132
D 1 = OA 81
D 2 = OA 81
D 3 = OA 81
1 Stück Druckplatte RZV 3

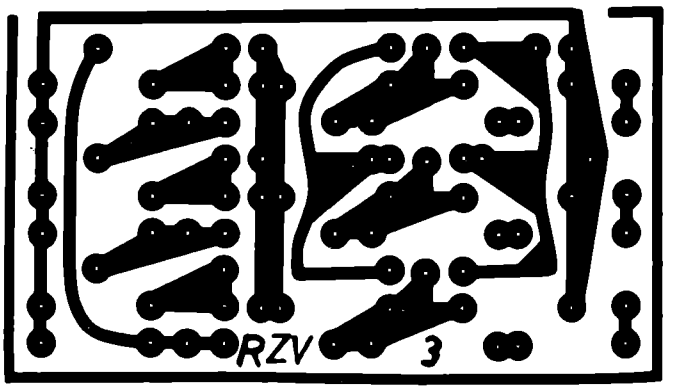


Bild 76 Druckplatte zum Ringzähler mit Verstärker RZV 3 im Maßstab 1:1.

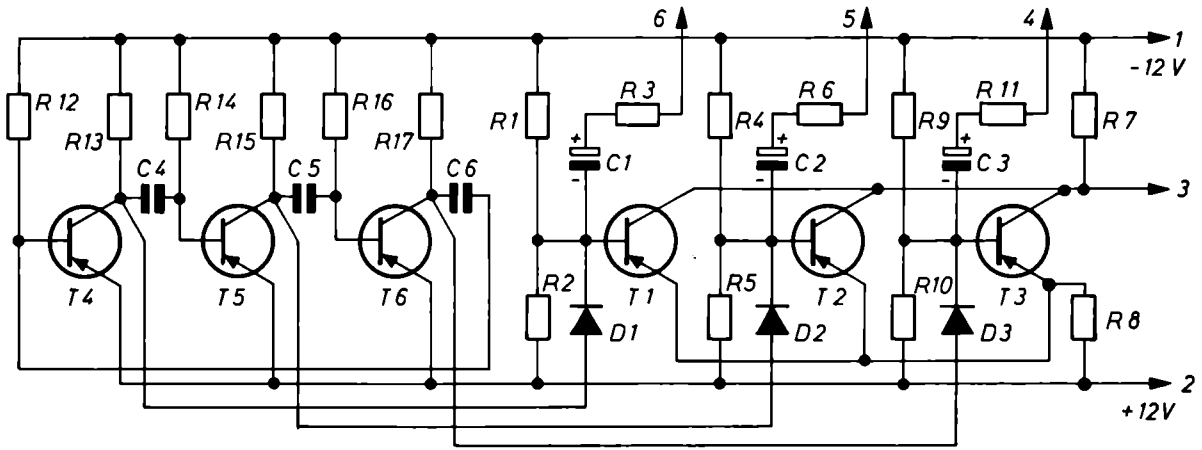


Bild 77 Schaltbild des Ringzählers mit Verstärker RZV 3.

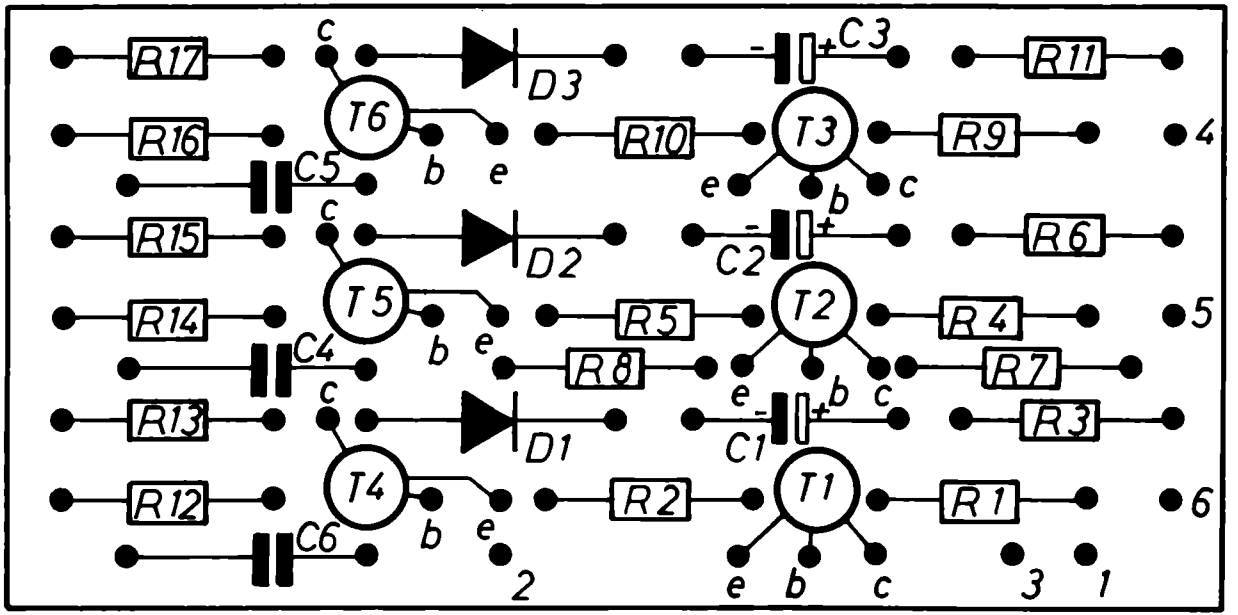


Bild 78 Bestückungsplan zum Ringzähler mit Verstärker RZV 3.

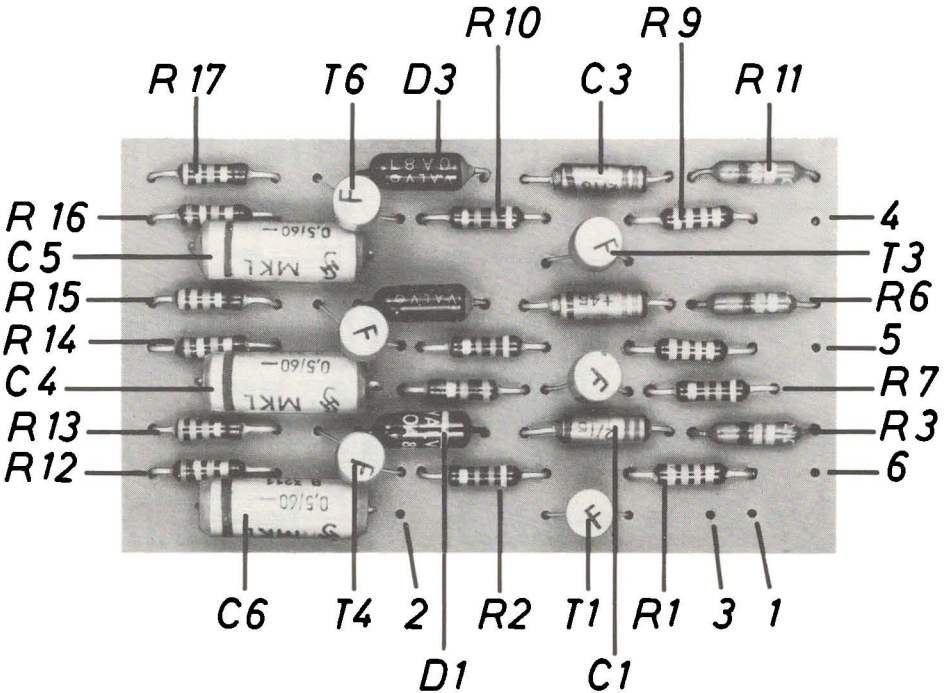


Bild 79 Der auf einer Druckplatte fertig aufgebaute Ringzähler RZV 3.

Multivtibrator MVT 1

Ebenfalls für Versuchs- und Experimentierzwecke kann ein Multivibrator sehr gute Dienste leisten. Er besitzt nur wenige Bauteile und kann für verschiedene Frequenzen aufgebaut werden. Um dies zu erreichen, braucht man nur die Kondensatoren C 1 und C 3 durch andere Werte zu ersetzen. In der Stückliste sind einige Kapazitätswerte angegeben, um den Multivibrator auf langsamen oder schnellen Schaltfrequenzen betreiben zu können. An der übrigen Schaltung ändert sich nichts. Eine Feineinstellung der Frequenzänderung kann an dem Einstellregler R 6 vorgenommen werden.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —6 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +6 Volt
3 = NF-Ausgang

Stückliste zum Multivibrator MVT 1

R 1	= 470 Ohm
R 2	= 10 kOhm
R 3	= 10 kOhm
R 4	= 10 kOhm
R 5	= 10 kOhm
R 6	= 50 kOhm Einstellregler
R 7	= 470 Ohm
C 1	= 10 nF
C 2	= 1 nF
C 3	= 10 nF
C 4	= 1 nF
T 1	= AC 125 oder OC 71
T 2	= AC 125 oder OC 71
	1 Stück Druckplatte MVT 1

Der Multivibrator arbeitet mit einer Frequenz von 7,6 kHz. Werden für C 1 und C 2 andere Kondensatorwerte verwendet, ändert man dadurch die Schwingfrequenz. Hier einige Werte für andere Frequenzen:

C 1 und C 3 je 350 pF	Frequenz = 100 kHz
C 1 und C 3 je 0,1 µF	Frequenz = 940 Hz
C 1 und C 3 je 1 µF	Frequenz = 100 Hz
C 1 und C 3 je 5 µF	Frequenz = 32 Hz
C 1 und C 3 je 10 µF	Frequenz = 6 Hz

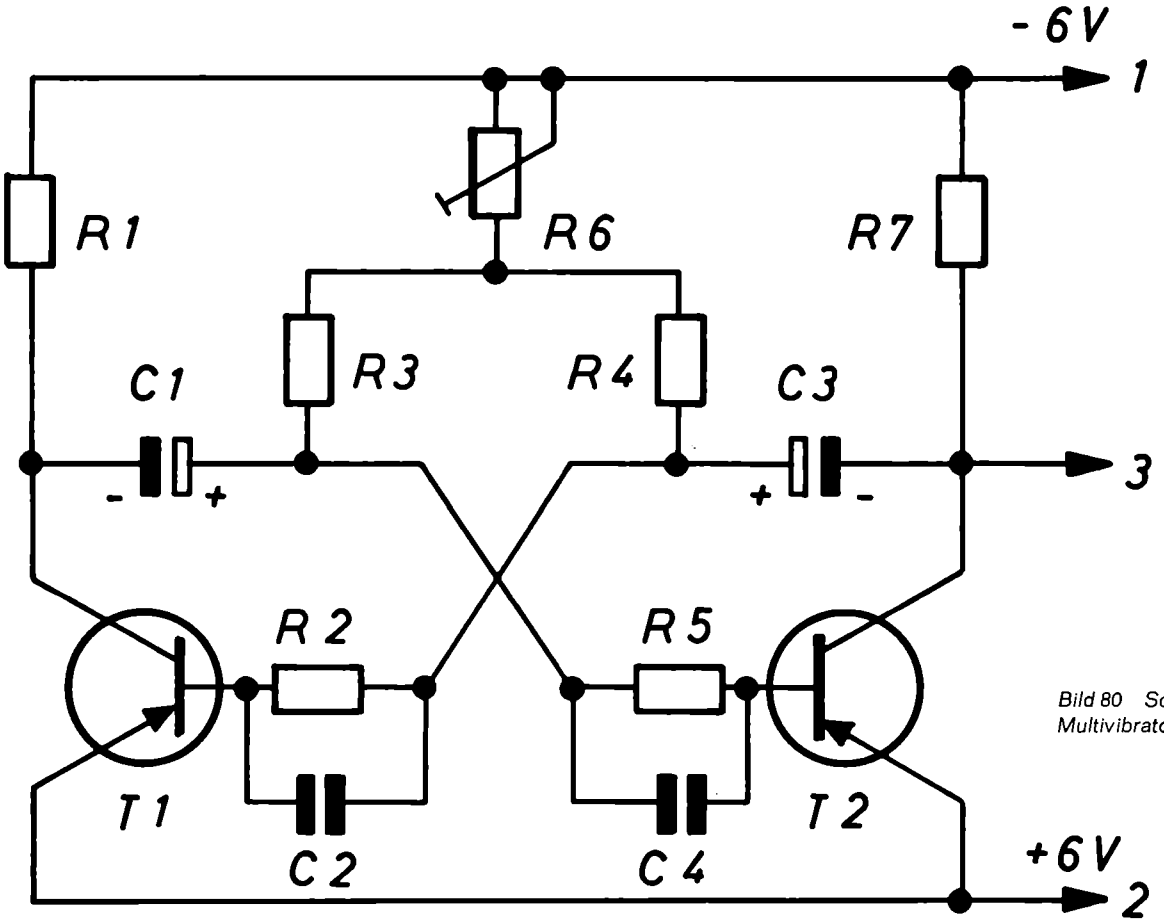


Bild 80 Schaltbild des Multivibrators MVT 1.

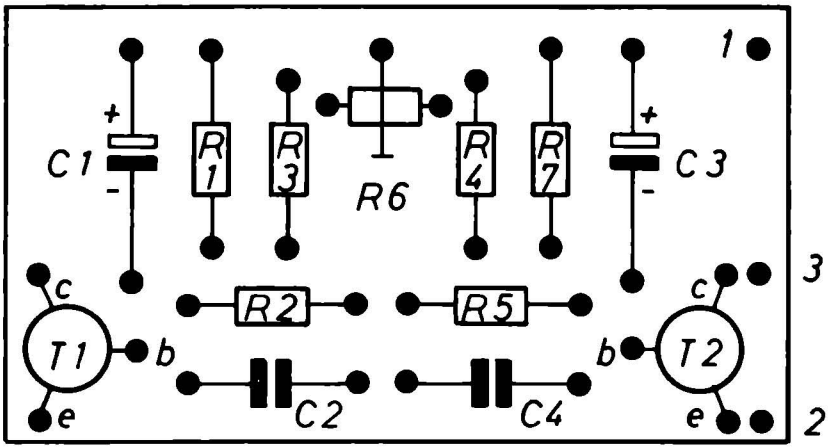


Bild 81 Bestückungsplan zum Multivibrator MVT 1.

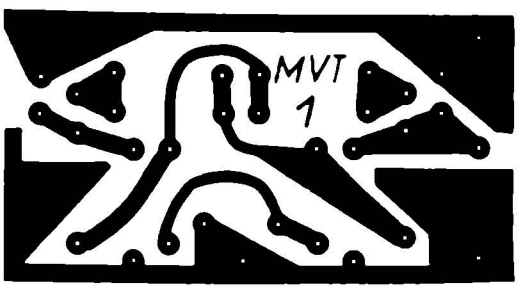


Bild 82 Druckplatte zum Multivibrator MVT 1 im Maßstab 1:1.

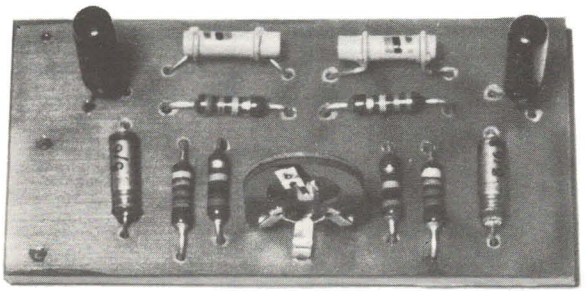


Bild 83 Der auf einer Druckplatte fertig aufgebaute Multivibrator MVT 1.

Schmitt-Trigger STG 1

Um Sinuswellen in Rechteckimpulse umformen zu können, bedient man sich sogenannter Schmitt-Trigger-Schaltungen. So eine Schaltung bietet sehr viele Experimentiermöglichkeiten, weshalb wir sie hier auch noch in dieses Buch mit hinein genommen haben. Über die Funktionsweise solcher Schaltungen ist in der TOPP-Reihe »Elektronik« schon ausführlich gesprochen worden, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen wird.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —12 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +12 Volt
3 = Eingangsspannung Ue sinusförmig
4 = Ausgangsspannung Ua rechteckförmig

Stückliste zum Schmitt-Trigger STG 1

R 1	= 1,8 kOhm
R 2	= 1,8 kOhm
R 3	= 100 Ohm
R 4	= 5,6 kOhm
R 5	= 8,2 kOhm
C	= 220 pF
T 1	= AC 126
T 2	= AC 126
	1 Stück Druckplatte STG 1

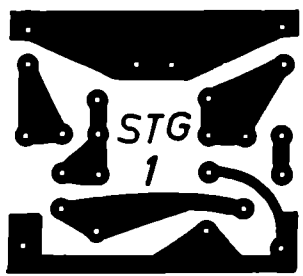


Bild 84 Druckplatte zum Schmitt-Trigger STG 1 im Maßstab 1:1.

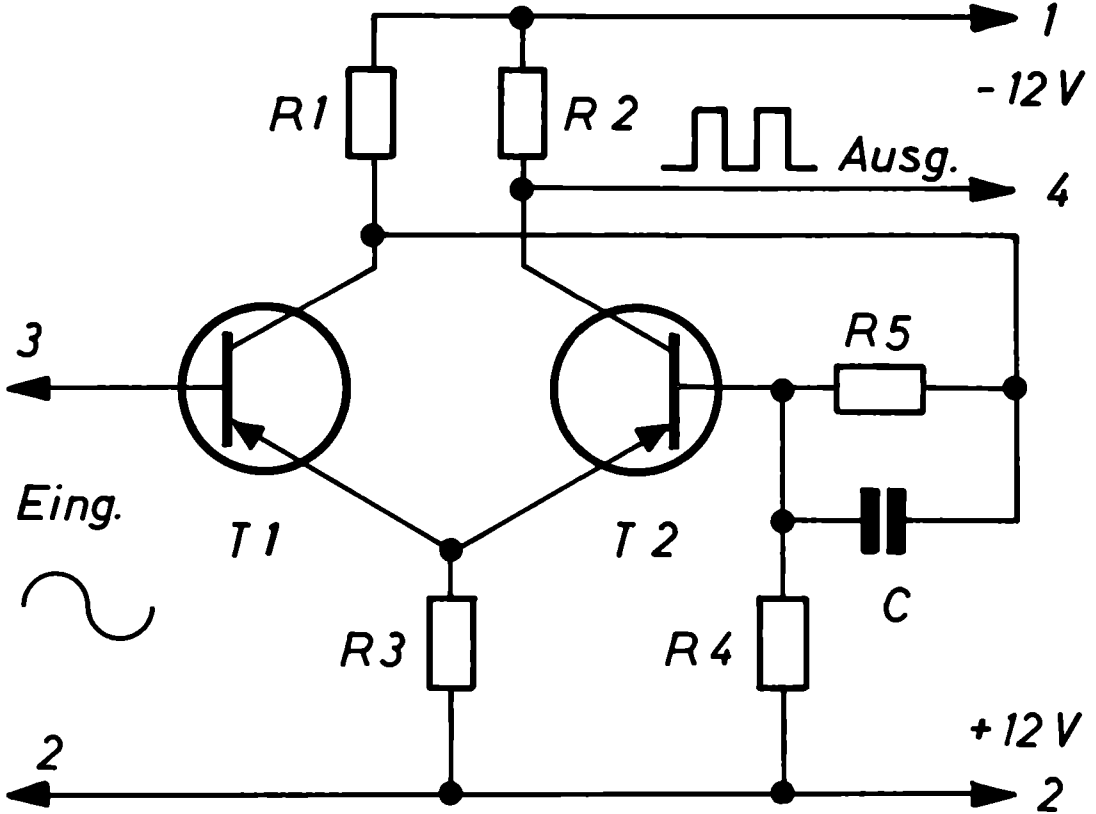


Bild 85 Schaltbild des Schmitt-Triggers STG 1.

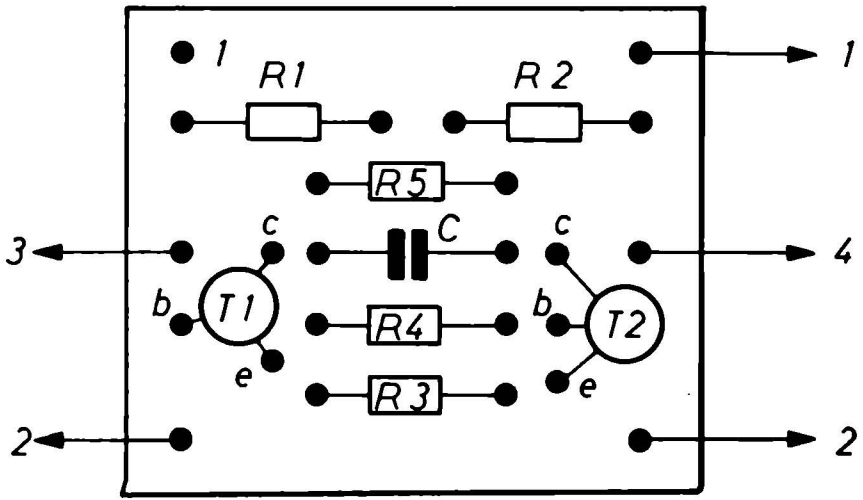


Bild 86 Bestückungsplan zum Schmitt-Trigger STG 1.

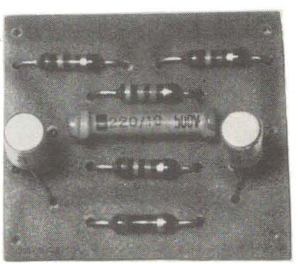


Bild 87 Der auf einer Druckplatte aufgebaute Schmitt-Trigger STG 1.

RC-Generator RCG 1

Stückliste zum RC-Generator RCG 1

R 1	= 47 kOhm	C 1	= 10 nF
R 2	= 4,7 kOhm	C 2	= 10 nF
R 3	= 12 kOhm	C 3	= 10 nF
R 4	= 12 kOhm	C 4	= 50 µF
R 5	= 12 kOhm	C 5	= 10 µF
R 6	= 1 kOhm	T	= AC 125 oder OC 71

1 Stück Druckplatte RCG 1

Bei den am Anfang des Buches beschriebenen Tongeneratorschaltungen TGO 1, TGO 4 und TGO 8 waren Induktivitäten und Kapazitäten erforderlich, um ein bestimmtes Tonsignal zu erzeugen. Bei der hier gezeigten Schaltung sind es nur R/C-Glieder, also Widerstände und Kondensatoren, die die Schaltung zum Schwingen bringen.
Der Vollständigkeit halber bringen wir auch so eine Schaltung zum Experimentieren. Zum Aufbau eines solchen RC-Generators sind nur wenige Einzelteile erforderlich.

Anschlüsse:

1 = — Betriebsspannung Ub = —12 Volt
2 = + Betriebsspannung Ub = +12 Volt
3 = NF-Ausgang

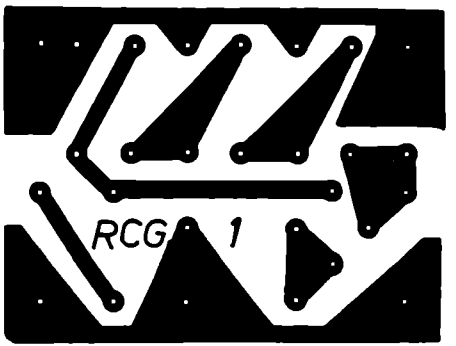


Bild 88 Druckplatte zum RC-Generator RCG 1 im Maßstab 1:1.

Bild 90 Bestückungsplan zum RC-Generator RCG 1.

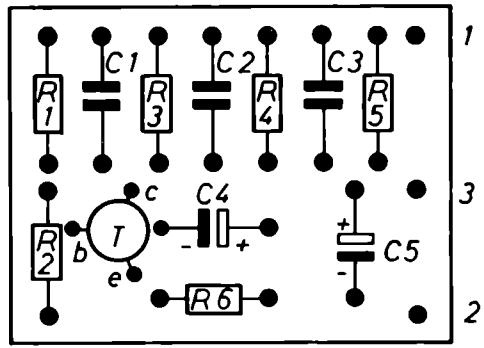
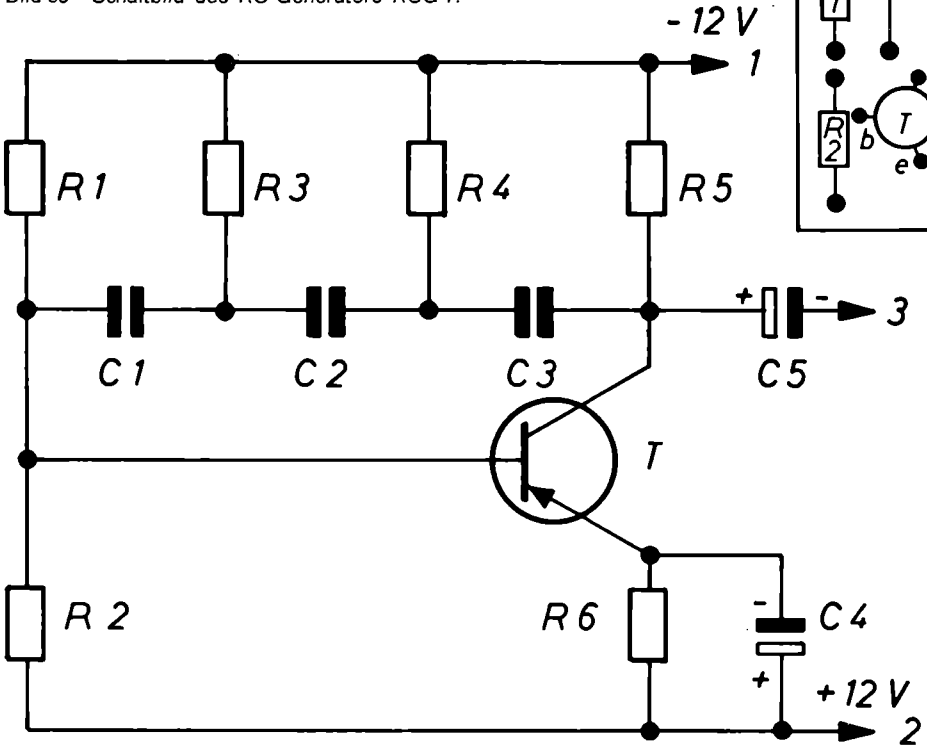


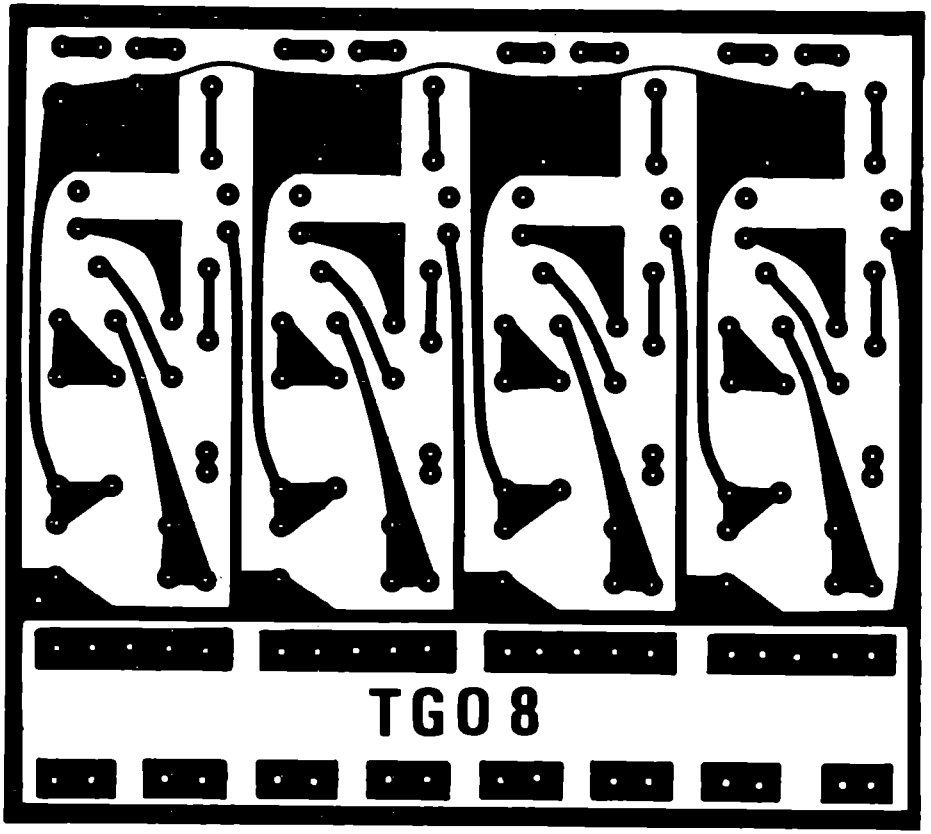
Bild 89 Schaltbild des RC-Generators RCG 1.

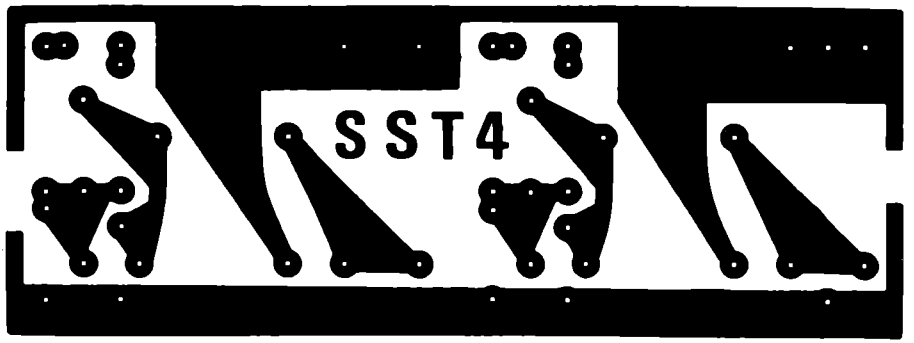


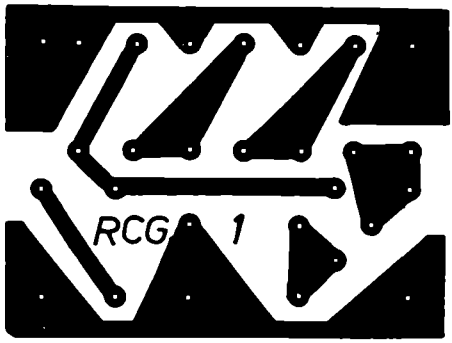
Anhang

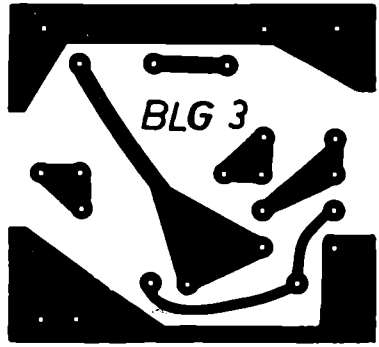
In diesem Anhang sind noch einmal alle Druckplatten der besprochenen Geräte im Maßstab 1:1 zusammengestellt. Die einzelnen Blätter sind als Diapositive bei der Firma H. Nafzger, 23 Kiel, Schevenbrücke 7, erhältlich.
Wer selber reproduzieren bzw. die Vorlagen mit Tusche auf Transparentpapier zeichnen will, kann die einzelnen Blätter an der punktierten Linie heraustrennen.

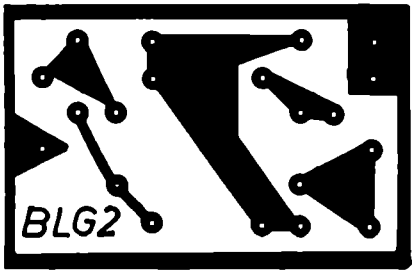
BLATT 1

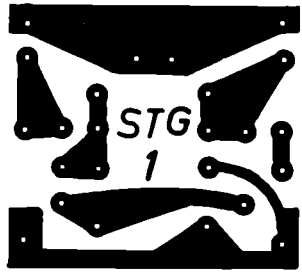


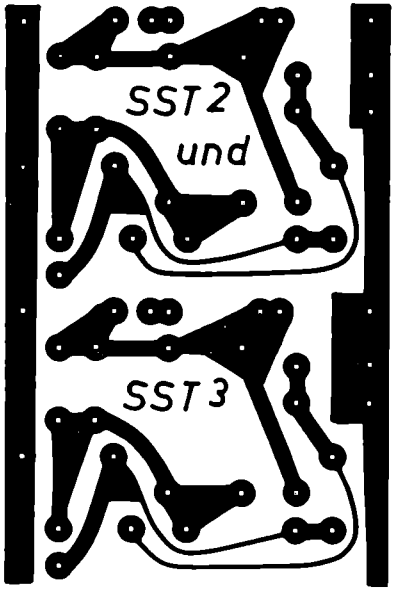


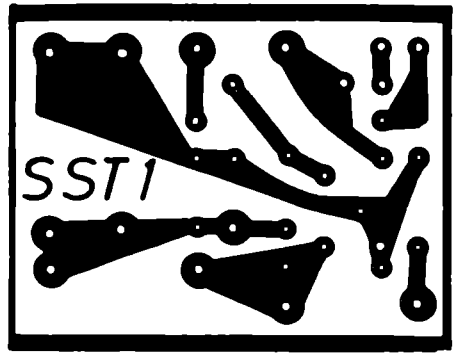






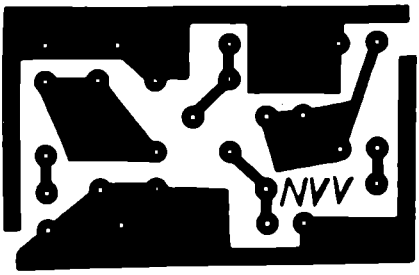




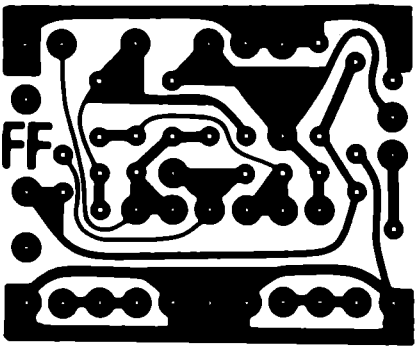


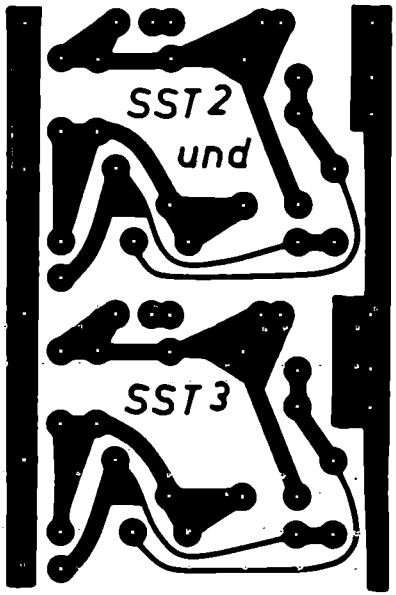
BLATT 2

BLATT 5

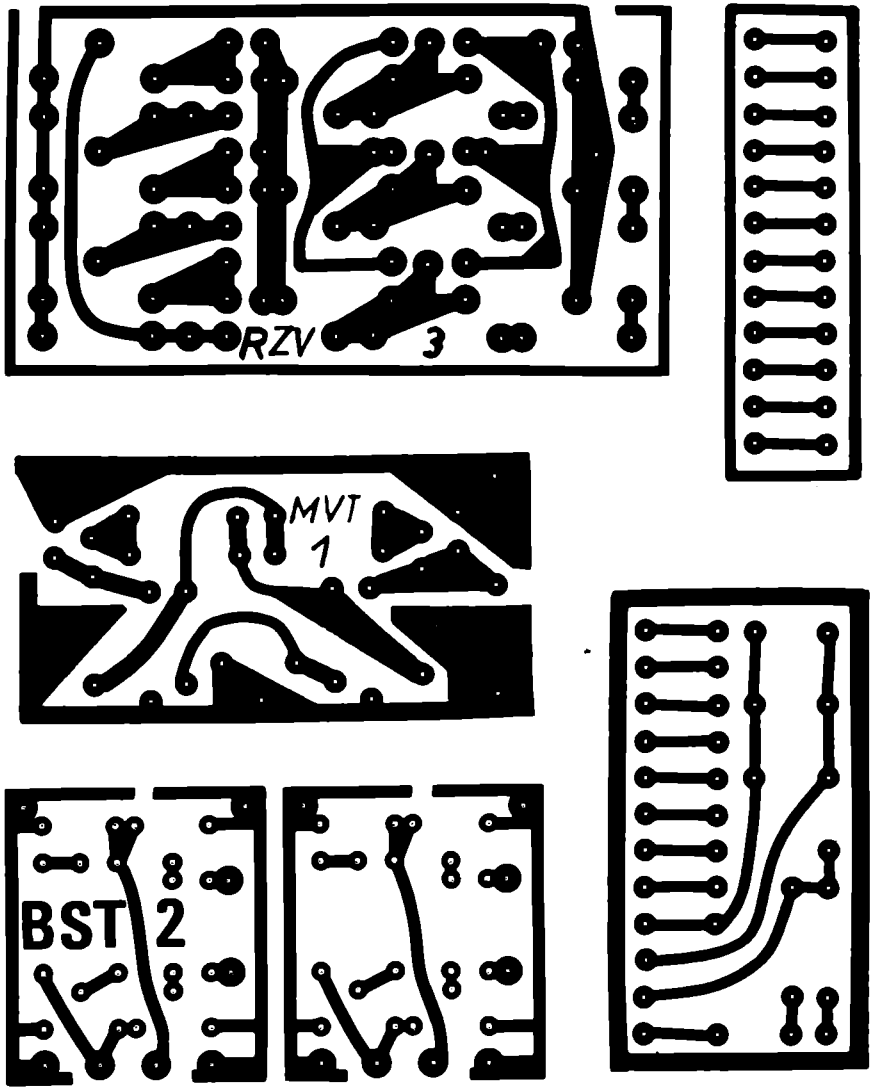


FFS 1





BLATT 6



Dies ist ein Buch für Beruf und Freizeit: es bietet dem Nachwuchs und dem Amateur das Rüstzeug zum Verständnis elektronischer Vorgänge und zum Aufbau von Schaltungen. Der Stoff ist von allem Ballast frei — klar und lebendig dargeboten. Der Leser gewinnt so ganz nebenbei ein solides Wissen um die Grundlagen der Elektronik

Bergtold

Elektronik-Bauelemente

Verlag Frech
Stuttgart-Botnang

80 Seiten
61 Zeichnungen

DM 6,—

Verlag Frech
7 Stuttgart 1

1 30 Transistor-Schaltungen
2 35 Transistor-Schaltungen
3 36 Transistor-Schaltungen
4 Meßgeräte mit Transistoren
5 Transistoren — neu angewandt
6 37 Transistor-Schaltungen
7 Schaltungen mit Thyristoren
8 Fernsteuerschaltungen
9 NF-Verstärker
10 38 Transistor-Schaltungen
11 Kleines Praktikum der Antennenverstärker
12 Schaltungen mit Fotowiderständen
13 Schaltungen mit Fotozellen
14 Schaltungen mit Fotohalbleitern
15 Schaltungen der Digital-Elektronik
16 Sonderschaltungen der NF-Technik I
17 Sonderschaltungen der NF-Technik II
18 Schaltungen mit dem Thyratron PL 21

Jeder Band ca. 80 Seiten, 30 Zeichnungen — Wir schicken Ihnen gerne kostenlos ein Verzeichnis aller in dieser Reihe veröffentlichten Schaltungen

19 Schalten und Verstärken mit Transistoren
20 Messungen an Halbleitern
21 Auto-Elektrik
22 Relaisschaltungen
23 Experimente mit integrierten Schaltungen
24 Netzgeräte-Berechnungen
25 Neue Halbleiter
26 Moderne Bauelemente
27 Transistor-Tasten
28 Minispione
29 Stabilisierungsschaltungen
30 Integrierte Schaltungen
31 Impulsschaltungen
32 Dioden und Gleichrichter
33 Schwingkreistabellen
34 Oszillografie
35 Stereo
36 Elektroakustik
37 Warngeräte
38 Tunneldioden
39 Netzgeräte-Baubuch
40 Elektronik-Bauelemente 1
41 Elektronik-Bauelemente 2
42 Elektronik-Bauelemente 3
43 Elektronik-Bauelemente 4

TOPP »Elektronik«

Der Metallschweißer aus der Tube

(UHU-plus oft besser als Löten, Nieten, Schrauben, Schweißen!)

UHU-plus klebt nicht nur Stahl auf Stahl oder Aluminium auf Eisen. Es „verschweißt" praktisch alles unlösbar mit- und untereinander. Von Buntmetallen bis zu gehärteten Kunststoffen. Von Bakelit bis zu Porzellan. Die Festigkeit der Klebung beträgt max. 300 kg pro cm^2. Ein Plus um die verschiedensten Werkstoffe bombenfest zu verbinden.

UHU plus®

UHU-Werk H. u. M. Fischer,
758 Bühl (Baden)

TOPP

Baubücher
bringen außer
den Schaltbildern
Verdrahtungspläne
und Anleitungen
für den Aufbau
einsatzbereiter
Geräte

BAUBUCH

Gerhard O. W. Fischer, der Verfasser mehrerer Bücher und Bauanleitungen, kennt die Tücken und Schwierigkeiten sehr genau, die beim Nachbau von elektronischen Geräten entstehen können. Außer den Schwierigkeiten mit der Beschaffung der Bauteile sind es immer wieder Fehler in der Verdrahtung, die die anfängliche Begeisterung für eine Schaltung sehr schnell dämpfen können. Erst die gedruckte Schaltung ermöglicht es, daß Geräte tatsächlich so nachgebaut werden, wie sie vom Verfasser als Prototypen aufgebaut wurden. In diesem Baubuch werden 20 Schaltungen in dieser Technik dem Leser vorgestellt. Jede Schaltung besteht aus Schaltbild, Bestückungsplan, Fotos, Stückliste, Beschreibung und Vorlage der Druckplatte im Maßstab 1:1

Nach diesen Bauanleitungen können Baueinheiten erstellt werden, die miteinander kombiniert, fertige Fernsteueranlagen ergeben. Der Leser ist in der Lage, seine Fernsteueranlage ganz nach seinem persönlichen Geschmack oder für einen speziellen Verwendungszweck zusammenzustellen.